

Interfaces et Périphériques

Support de cours

Sujets abordés

- Présentation générale d'un micro-ordinateur
- Rappel des principes généraux de fonctionnement d'un ordinateur
- Les entrées-sorties avec quatre cas d'étude
 - » la saisie
 - » la visualisation des données
 - » la gestion du temps
 - » la mémorisation
 - » la communication

Un poste de travail micro-informatique classique

- Une unité centrale (= le calculateur)
- Des périphériques externes
 - » un écran
 - » un clavier
 - » une souris
 - » une imprimante

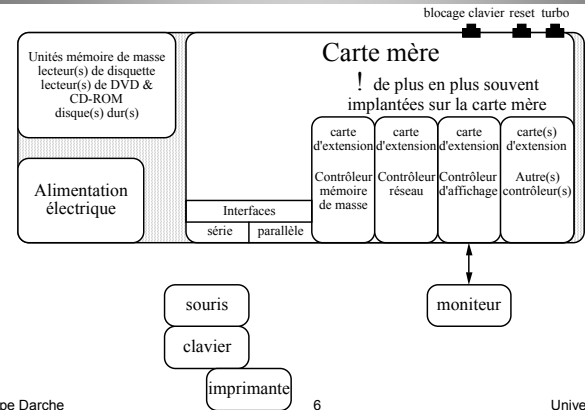
Constitution d'un micro-ordinateur

- La carte mère : le calculateur
- Des cartes d'extension : les contrôleurs d'entrée-sortie
- Des périphériques internes : la mémoire de masse
 - » le lecteur de disquette
 - » le disque dur
 - » le lecteur de CD-ROM et DVD-ROM
- L'alimentation électrique

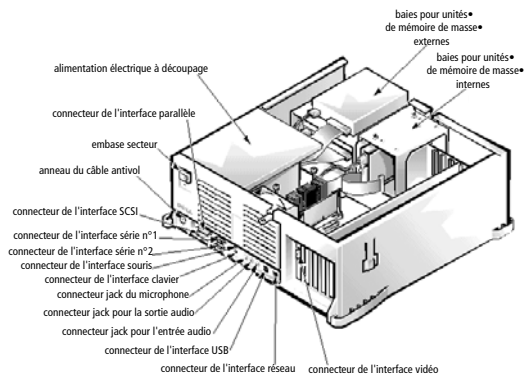
Constitution d'un micro-ordinateur

- La carte mère (= le calculateur)
- Des cartes d'extension pour les contrôleurs d'entrée-sortie
- Des périphériques internes: la mémoire de masse
 - » le lecteur de disquette
 - » le disque dur
 - » le lecteur de CD-ROM et de DVD
- L'alimentation électrique

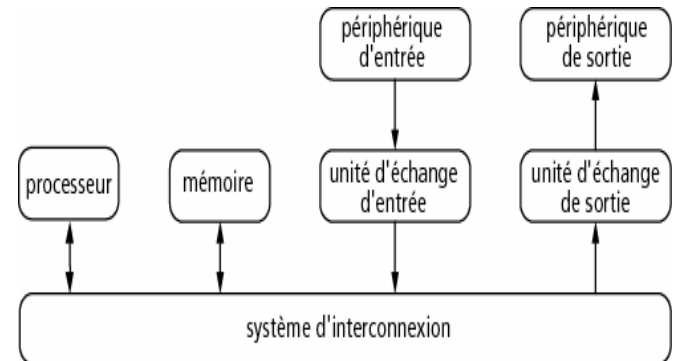
Vue interne d'un micro-ordinateur



Vue interne d'un micro-ordinateur



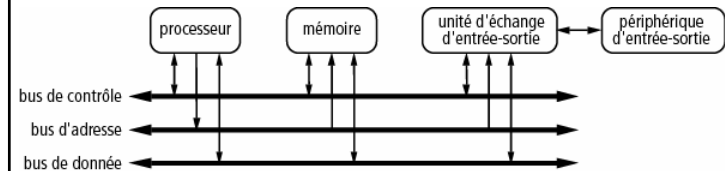
Structure de base d'un ordinateur



Un peu de vocabulaire

- L'unité centrale dans un micro-ordinateur
 - » le micro-processeur (μP)
- La mémoire
 - » mémoire vive (volatile) (RAM : Random Access Memory)
 - » mémoire morte (non volatile) (ROM : Read Only Memory)
- Les Entrées/Sorties
 - » E/S ou I/O pour Input/Output

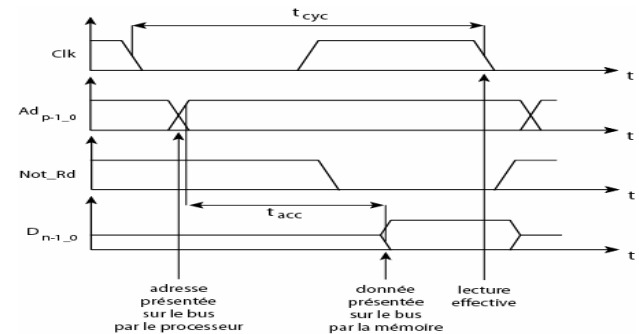
Système d'interconnexion



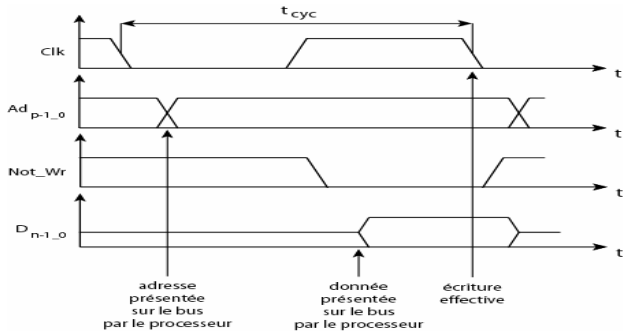
Types d'informations circulant

- Le bus d'adresse
 - » les adresses!
- Le bus de données
 - » les instructions
 - » les données alphanumériques et numériques
- Le bus de contrôle
 - » horloge(s) de synchronisation
 - » signal lecture/écriture
 - » signaux d'interruptions (ex : initialisation ou Reset)

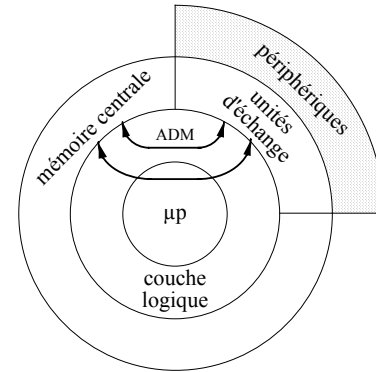
Cycle de lecture (HD6301)



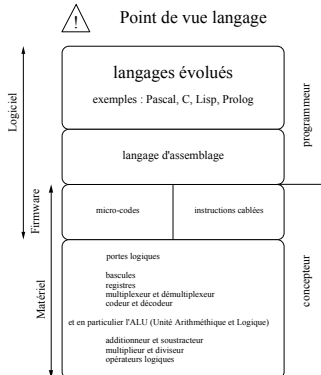
Cycle d'écriture (HD6301)



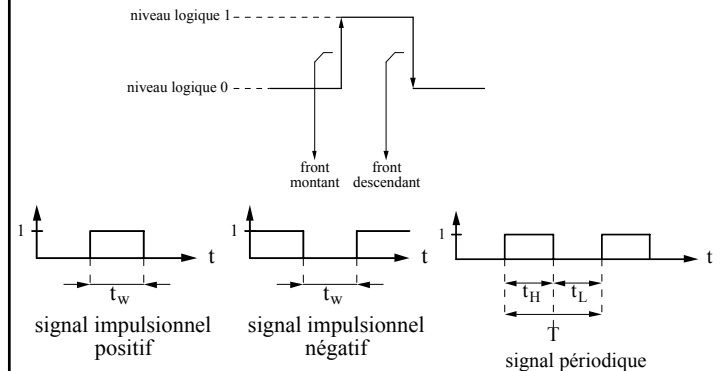
Synoptique d'une carte mère



Situation logicielle



Signal logique

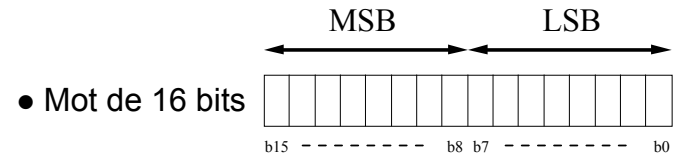


Informations binaires

Le vocabulaire

- Bit : Binary Digit (chiffre binaire)
- Quartet ou demi-octet : 4 bits (nibble)
- Octet : 8 bits (byte)
- Mot : 16 bits (word) ou mots de 16, 32, 64, etc. bits
 - » on parle aussi de half-word et double-word
 - » problème : nom sensible au contexte !
- A préférer
 - » doublet : 2 octets, soit 16 bits
 - » quadlet : 4 octets, soit 32 bits
 - » octlet : 8 octets, soit 64 bits

Mot binaire (1)

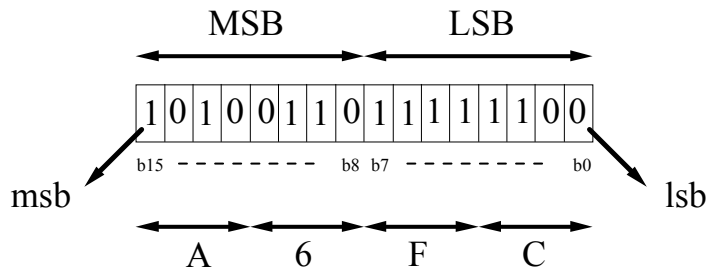


- Mot de 16 bits
- MSB : Most Significant Byte
 - » octet le plus significatif
- LSB : Least Significant Byte
 - » octet le moins significatif

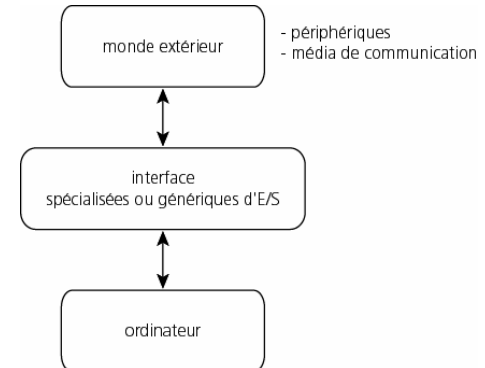
Mot binaire

Exemple

- Représentation interne de ØA6FCh



Situation d'une interface d'E/S



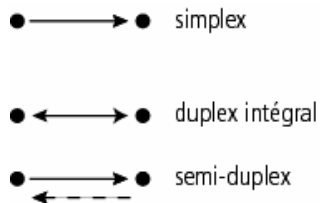
Le périphérique

- Permet le dialogue ordinateur-monde externe
 - » périphériques
 - utilisateur : HID (*Human Interface Device*)
 - autres (imprimante, modem, etc ..)
 - » ordinateurs
- Communique avec l'ordinateur via les interfaces d'entrées/sorties.

Interfaces Classification

- Types :
 - » entrée
 - » sortie
 - » entrée/sortie
- Normalisée ou norme de facto
- Mode parallèle ou série
- Spécialisée ou générique

Rappel : Sens de la communication

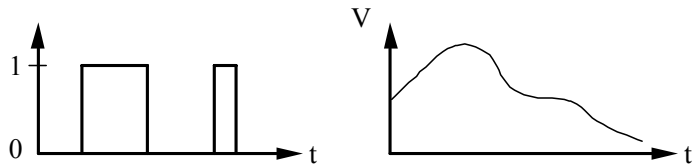


Un besoin d'acquisition des informations

- Pour interagir avec le monde extérieur !
 - » un utilisateur
 - ex : saisie d'un texte
 - » un périphérique
- Nécessité parfois d'une transformation
 - » ex : le son et l'image

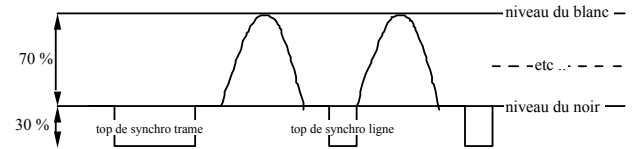
Signaux logique et analogique

- Temps continu
- Amplitude discrète ou continue



Exemple d'un signal analogique Détail d'un signal vidéo

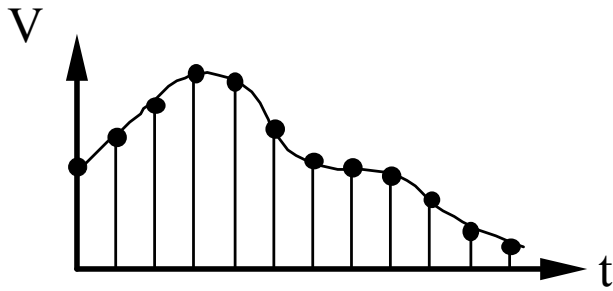
- Noir et blanc 1 Vcc - 75 Ω



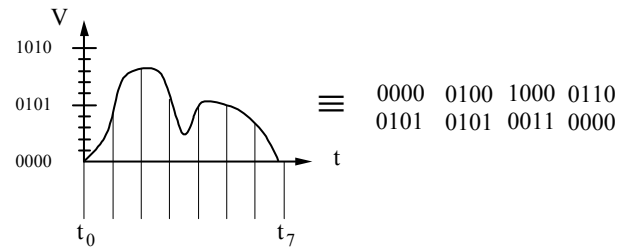
- Système 625 lignes PAL-SECAM

- » durée d'une ligne : 64 μs
- » durée d'une trame : 20 ms

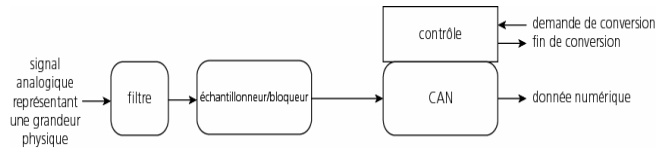
Echantillonnage - blocage



Conversion analogique- numérique



Convertisseur Analogique/Numérique (CAN)



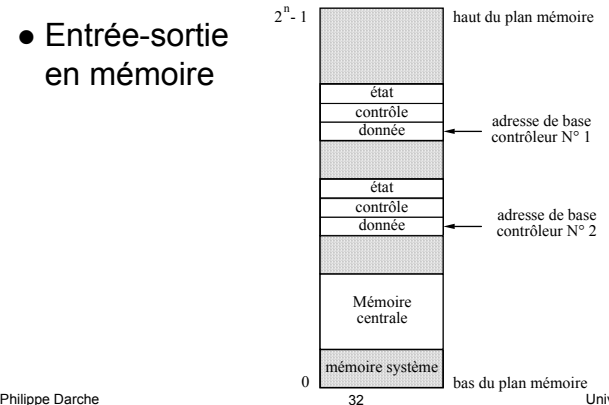
Programmation d'un contrôleur d'entrée-sortie

- Utilisation d'un ensemble de registres
- Registre = case mémoire élémentaire
 - » accessible comme une mémoire
 - une adresse
 - accessible en lecture et en écriture
- Types
 - » les fondamentaux : donnée, contrôle, commande et état
 - » les autres : spécialisation selon le type de contrôleur

Adressage des contrôleurs

- Entrée-sortie en mémoire (Memory-mapped I/O)
 - » adressage indifférencié mémoire-E/S
 - » "philosophie" Motorola
- Port d'entrée-sortie (Port I/O)
 - » bus d'adresse et instructions spécifiques
 - » "philosophie" Intel

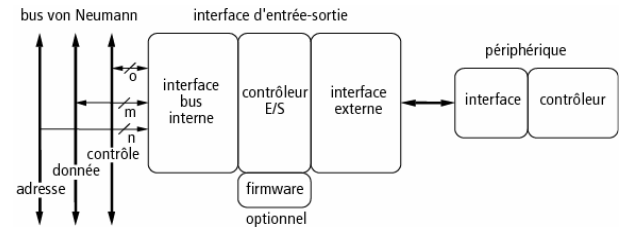
Le plan mémoire (memory map) et l'adresse de base du contrôleur



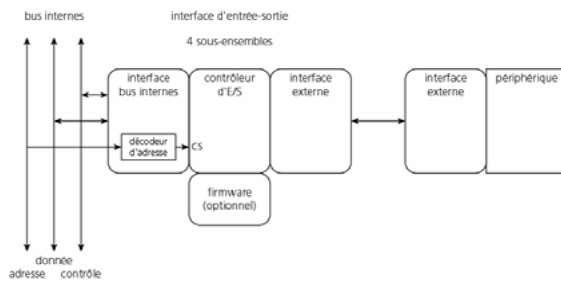
API spécialisée

- En langage d'assemblage
 - » IN destination, port
 - » OUT port, destination
- En langage évolué (C ou C++)
 - » unsigned char InPortb(int port)
 - » void OutPortb(int port, int valeur)

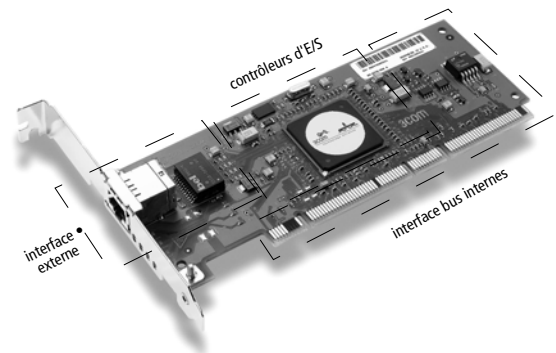
Synoptique d'une interface d'E/S



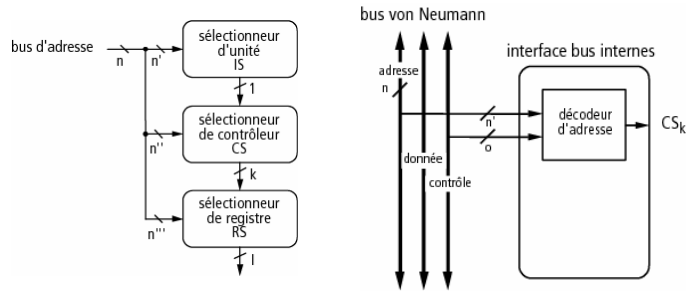
Synoptique d'une interface d'E/S



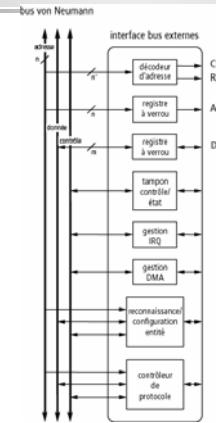
Une carte d'interface générique



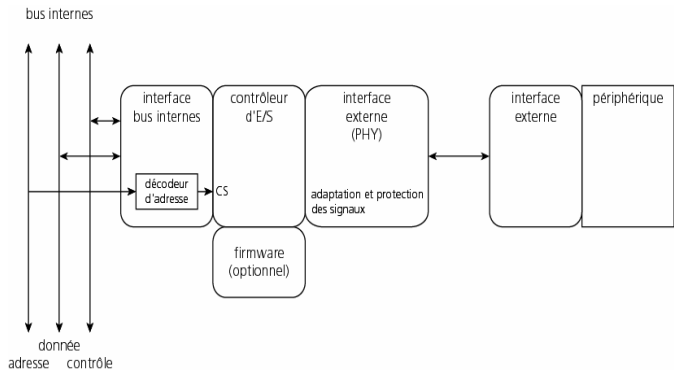
Sélection de l'unité, du contrôleur et du registre



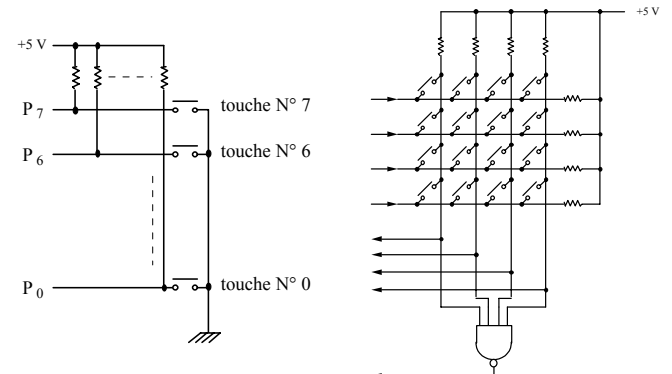
Synoptique d'une interface bus internes



Synoptique d'une interface d'E/S : quatre sous-ensembles



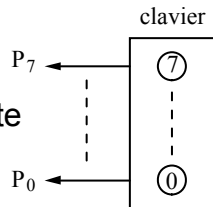
Claviers élémentaires en ligne et en matrice



Clavier en ligne

Règles de fonctionnement

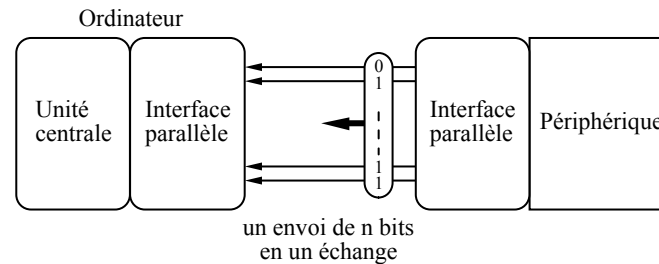
- Au repos, lignes à '1' logique
- Une touche enfoncée = '0' sur la sortie correspondante



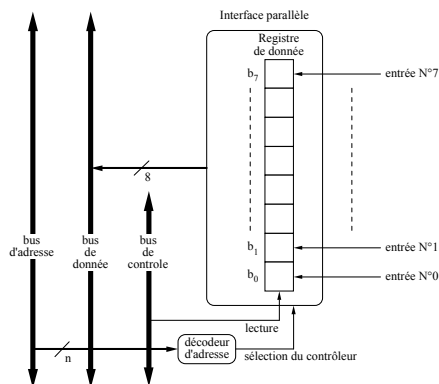
- Attention : Il s'agit d'un exemple

Etude d'un clavier élémentaire (en ligne)

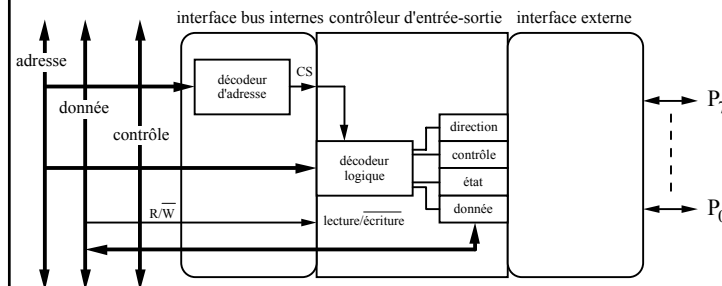
- Besoin de n entrées pour n touches
- Utilisation d'une interface parallèle



Interface parallèle

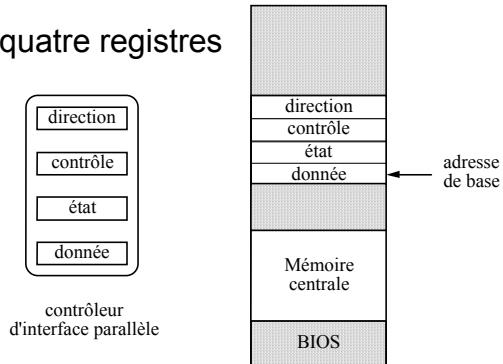


L'interface parallèle (2)

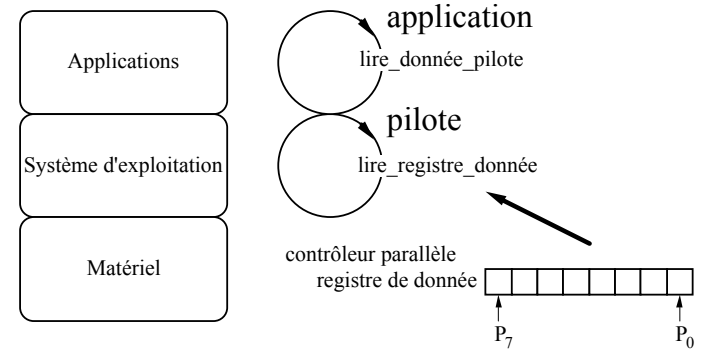


Contrôleur parallèle générique

- De un à quatre registres



Relation avec le système d'exploitation (1)



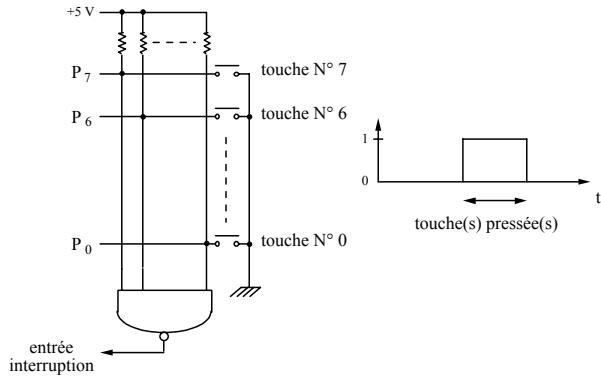
Gestion logicielle de notre clavier (1)

- Boucle de test d'état
 - » utilisation de la méthode du sondage (polling)
 - » attente active
- Technique la plus simple
- Mais
 - » risque de pertes d'informations si interface et périphérique rapides
 - » surcharge inutile du processeur si interface et périphérique lents

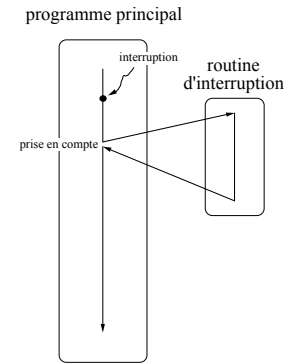
Gestion logicielle de notre clavier (2)

- Par demande d'interruption
- Événements possibles
 - » enfoncement/relâchement d'une touche
- Idée : avertir le processeur uniquement lors d'un événement d'E/S
 - » utilisation d'une entrée de demande d'interruption au niveau du microprocesseur

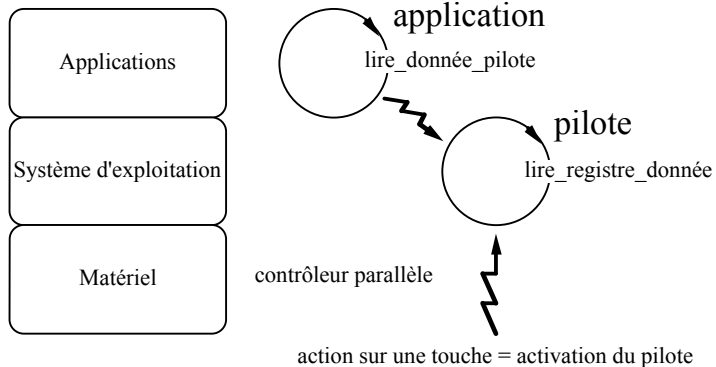
Détecteur d'événement



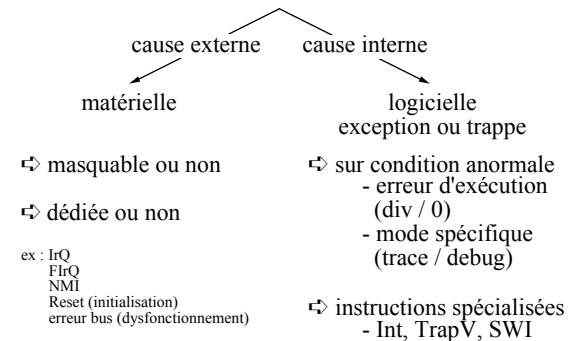
Mécanisme de l'interruption



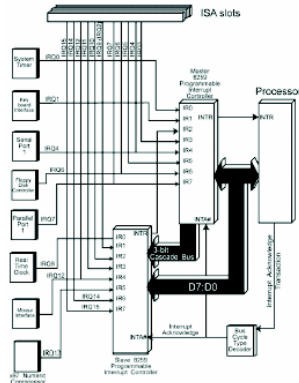
Relation avec le système d'exploitation (2)



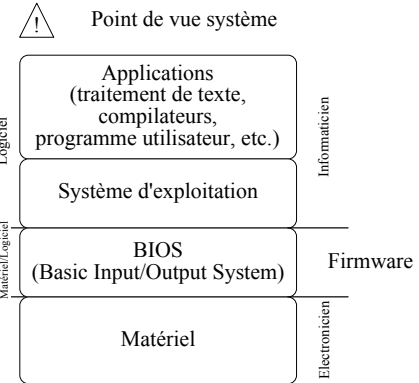
Classement des interruptions



Les demandes d'interruption du PC



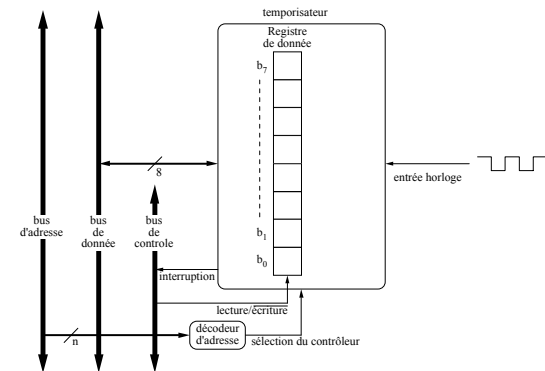
Le BIOS (Basic Input/Output System)



Résumé Gestion d'un événement d'E/S

- Par sondage (polling)
- Par demande d'interruption
 - » asynchrone
 - » synchrone
 - utilisation d'un temporisateur
 - scrutation périodique
- Pour les transferts de données
 - » les deux solutions précédentes
 - » par DMA (successeur du mode canal)

Gérant de temps Synoptique



Fonctions

- Temporisateur (compte-à-rebours)
- Compteur d'impulsions
- Mesureur d'intervalle de temps

Temporisateur

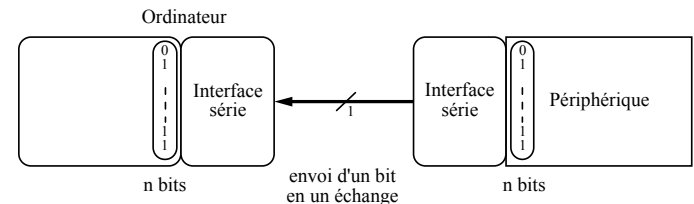
- En interne :
 - » décomptage de la valeur d'un registre avec réarmement automatique éventuel
- En externe:
 - » génération périodique d'une interruption
- Utilisations :
 - » interruption synchrone pour scrutation périodique
 - » multiprogrammation
 - » chien de garde (système embarqué)

L'interface série

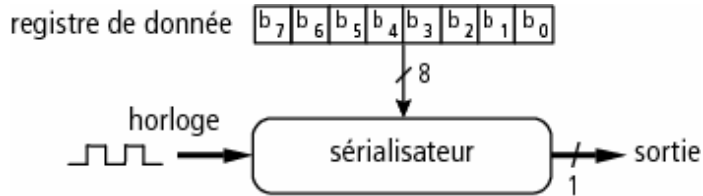
- Rôle: transfert de données de manière sérielle !
- Communication
 - » asynchrone
 - ⇨ pas d'horloge
 - synchronisation par PLL en général
 - » synchrone
 - ⇨ transmission de l'horloge
 - intégrée dans le flux de données ou non

Problématique de la liaison série asynchrone

- Envoi d'un mot de n bits sur un seul fil
- Utilisation d'un registre à décalage
 - » chargement et déchargement (MUX et DEMUX)
 - » sérialisation et désérialisation

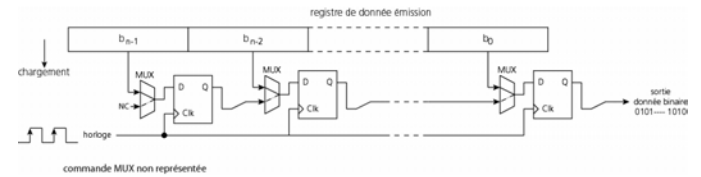


Sérialisation d'une donnée



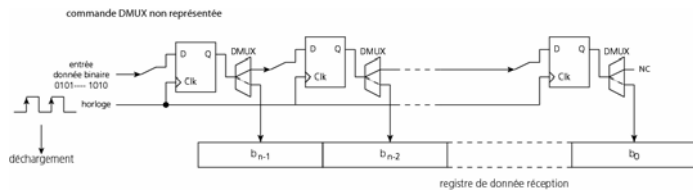
'Sérialisation' puis émission série

- Bits de service non représentés



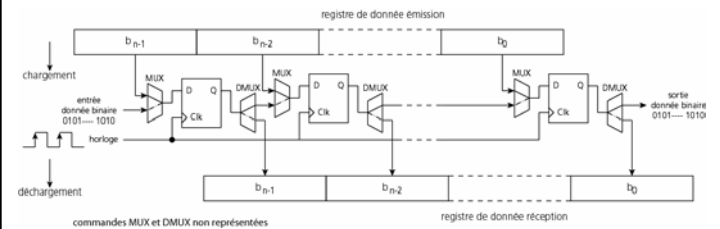
Réception série puis 'désérialisation'

- Bits de service non représentés



(dé)sérialisation avec (dé)chargement parallèle

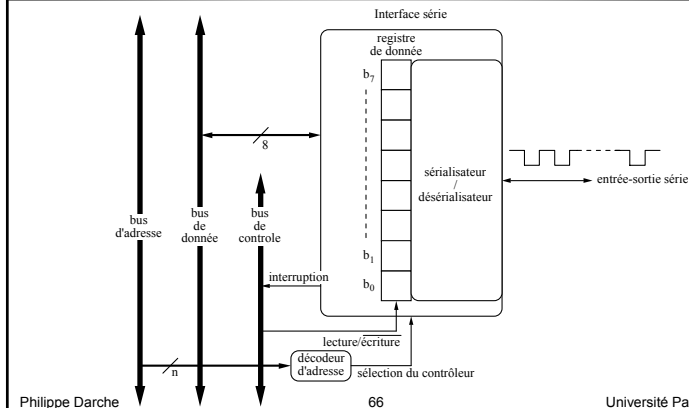
- Bits de service non représentés



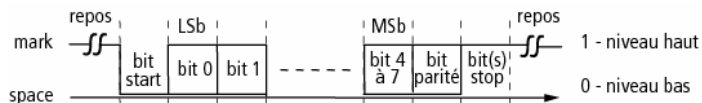
Transferts de type série

- **Sortie**
 - » écriture du registre de donnée du contrôleur par le processeur
 - » émission : deux phases
 - chargement parallèle
 - décalage
- **Entrée**
 - » réception : deux phases
 - décalage (échantillonnage au milieu de chaque cellule bit)
 - déchargement parallèle
 - » lecture du registre de donnée du contrôleur par le processeur

Interface série Synoptique



Signal série Trame RS232



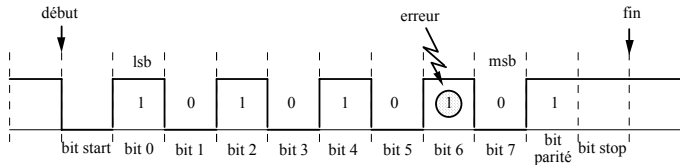
- Communication asynchrone
- 1 bit start (toujours à 0)
- 5 à 8 bits de données
- Pas de contrôle d'erreur ou bit de parité (paire ou impaire)
- 1, 1.5 ou 2 bits stop (toujours à 1)

La parité logique

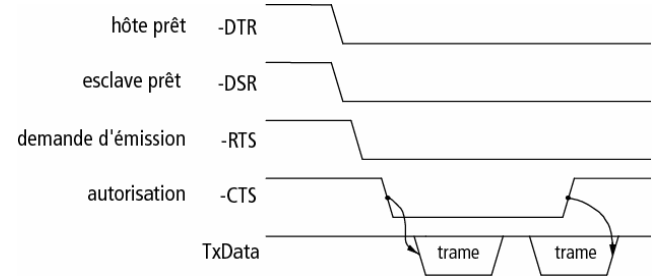
- A ne pas confondre avec la parité numérique
- Parité logique paire
 - » nombre pair de '1' du mot binaire
- Exemples :
 - » $4 = (0000\ 0100)_2 \Leftrightarrow$ parité logique impaire
 - » $6 = (0000\ 0110)_2 \Leftrightarrow$ parité logique paire
 - » $13 = (0000\ 1101)_2 \Leftrightarrow$ parité logique impaire
 - » $15 = (0000\ 1111)_2 \Leftrightarrow$ parité logique paire

Utilisation de la parité logique Détection d'une erreur

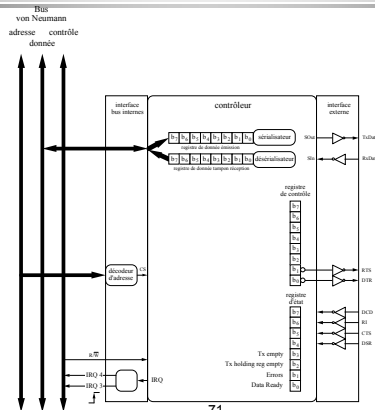
- Une erreur = un bit inversé
- Bit de parité ajouté à l'information
- Domaine privilégié : le réseau
 - » si bit de parité émis \neq bit de parité recalculé sur l'information alors erreur



Le protocole RS232



Interface série Contrôleur 8250



Les indicateurs du registre d'état de la ligne (LSR - 8250)

- Arrivée d'un caractère (DR - Data Ready)
- Ecrasement d'un caractère (OE - Overrun Error)
- Erreur de parité logique (PE - Parity Error)
- Bit stop non conforme (FE - Framing Error)
- Registre de donnée émission vide
 - » prêt à recevoir un nouveau caractère à émettre
 - » THRE - Transmitter Holding Register Empty
- Etage d'émission vide
 - » TEMT - Transmitter Empty
 - » THR + TSR vides

Standards série bas débit (≤ 100 Kbits/s)

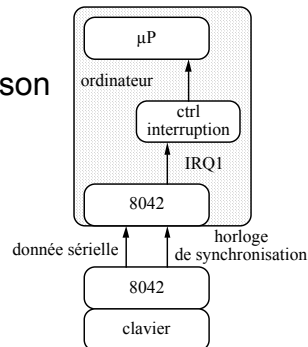
- RS232
- I²C (Philips) \Rightarrow PS/2
- SPI (Motorola)

Standards série haut débit

- IEEE 1394 (firewire) versions a et b
- USB 1.0 et 2.0
- Interfaces pour unités mémoire de masse
 - » Serial Storage Architecture (SSA - IBM)
 - » Fibre Channel (Seagate et Adaptec)
 - » Fusion des deux précédents: FCEL (Fibre Channel Arbitrated Loop)
 - » Serial ATA

Utilisation de la liaison série Exemples : les claviers AT et PS/2

- Clavier "intelligent"
- Caractéristiques de la liaison série :
 - » 1 bit start
 - » 8 bits donnée
 - » 1 bit de parité
 - » 1 bit stop
 - » synchrone



Eléments pointeurs

- La souris
- Le trackball (souris à l'envers)
- Le trackpad
- Le trackpoint
- Le stylo optique

- La tablette graphique
- La poignée de jeu (joystick) !

Quelques éléments pointeurs



La souris (mouse)

- Inventée dans les laboratoires Rank Xerox à Palo Alto
- Un, deux, trois boutons, voir plus
→ informations binaires
- Déplacement sur un plan
→ informations analogiques (mm)
- Maintenant une molette (scroll wheel) pour l'axe z avec un bouton (tilt wheel)

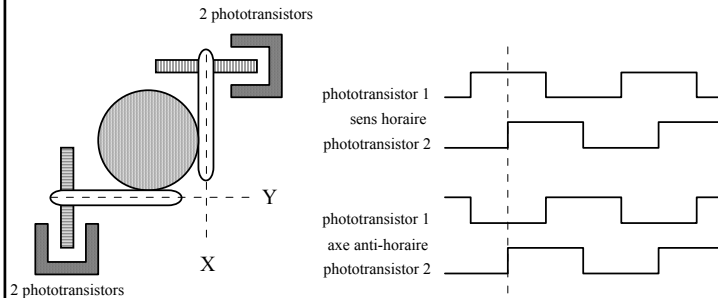
La souris Technologies

- Electro-mécanique !
» à l'origine
- Opto-mécanique
» problème du patinement et de l'encrassement
- Opto-électronique
» insensible aux problèmes ci-dessus
» nécessité d'un tapis réfléchissant
» sauf nouvelle technologie avec barette CCD

La souris Evènements possibles

- Enfoncement/relâchement du ou des boutons
» informations binaires
 - Déplacements de la souris (axes X et Y)
» informations numériques
- ⇒ Informations envoyées au contrôleur de souris

La souris Fonctionnement interne



La souris Caractéristiques

- Nombre de boutons
- Résolution optique (ppp ou dpi)
- Interfaces :
 - » bus
 - » série RS232 (AT) et I²C (PS/2)
 - » série USB
 - » ACCESS.bus
 - » sans fil (wireless)
- Alimentation par l'interface ou externe

La souris Commandes du pilote

- Lecture bouton(s)
(enfoncement/relachement)
- Visualisation du curseur
- Repositionnement du curseur
- Réglage de la sensibilité en X-Y
- Mesure du déplacement relatif en X-Y
- etc.

Un peu d'Histoire : les lecteurs de bandes papier et de cartes perforées !!

- Périphériques de la préhistoire!
- Utilisé encore dans les années 80...
- Information = trou dans du papier épais
- Lent et peu pratique
- Utilisation en liaison avec le perforateur
de bande de papier

Synthèse : les périphériques d'entrée (en micro-informatique)

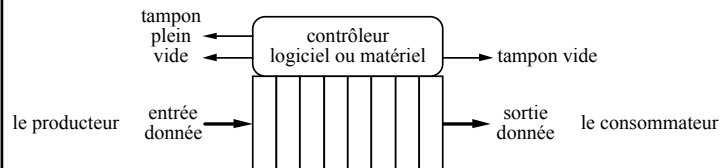
- Clavier
- Organes de pointage : souris, poignée de jeu, crayon optique, tablette graphique, gant réalité virtuelle (VR)
- Son et image : microphone, caméra, scanner, appareil photographique

Conclusion Entrée de données multimédia

- Le son
- L'image
 - » statique : le numérisateur (scanner)
 - » dynamique : la caméra
- Nécessité d'une conversion analogique-numérique
- Notion de temps réel

La mémoire tampon (buffer)

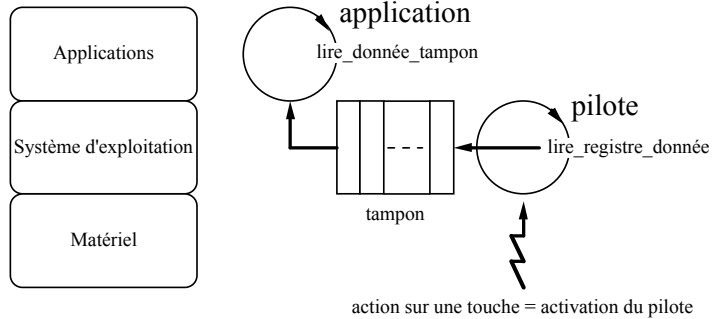
- Mémoire spécifique ou mémoire centrale
- File FIFO (First In First Out)
 - » la baignoire non bouchée!!!
- S'intercale dans un flux de données



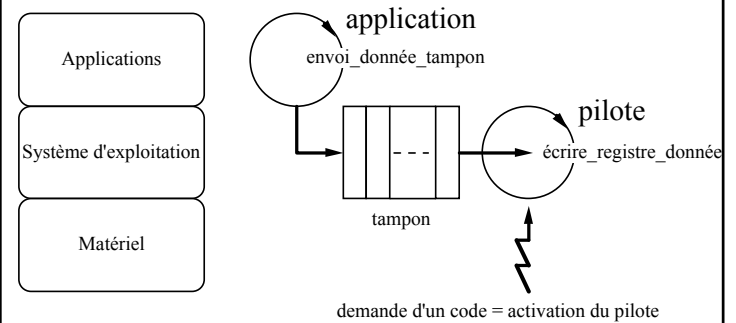
La mémoire tampon Exemples d'utilisation

- Adaptation à la vitesse lente du périphérique
 - » vitesse de consommation << vitesse de production
 - » le tampon imprimante
 - » le tampon clavier
- Adaptation à la vitesse élevée du périphérique
 - » vitesse de production << vitesse de consommation
 - » le tampon réseau

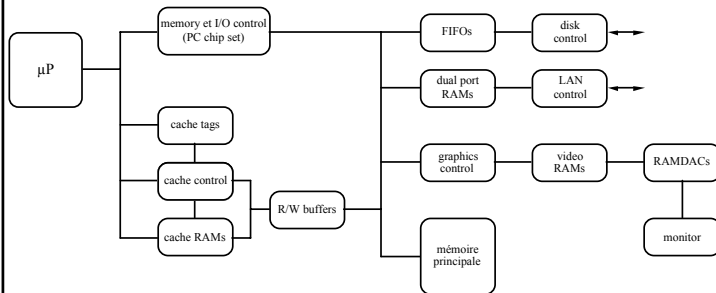
Relation avec le système d'exploitation (3)



Relation avec le système d'exploitation (4)



Utilisation des mémoires à semi-conducteur



Un besoin de sortir des informations

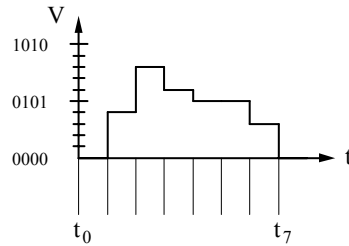
- Pour interagir avec le monde extérieur !
 - » un utilisateur
 - » un périphérique
- Nécessité parfois d'une transformation
 - » ex : le son et l'image
- Toujours utilisation de registres

Conversion numérique- analogique

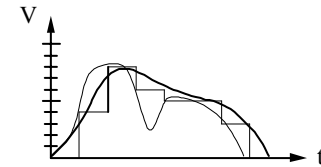
signal numérique

signal quantifié

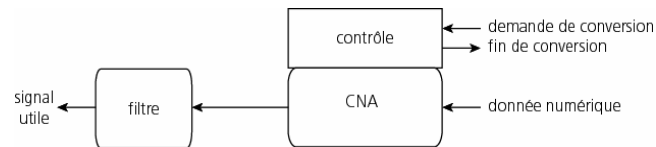
0000 0100 1000 0110
0101 0101 0011 0000



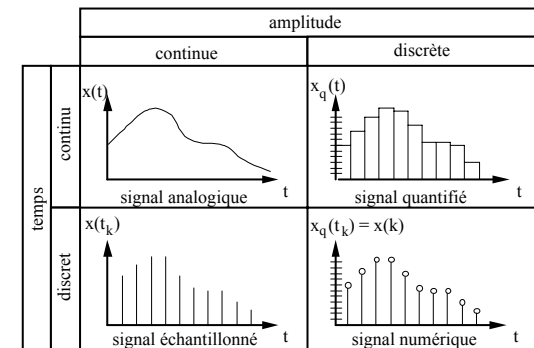
Filtrage



Convertisseur Numérique/Analogique (CNA)

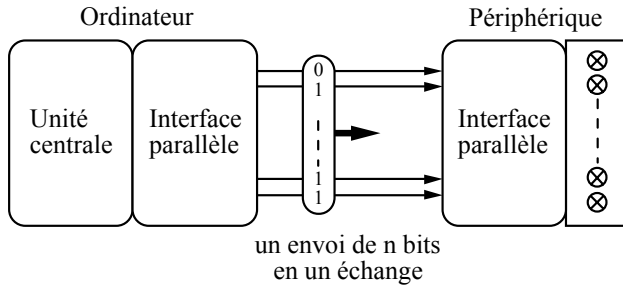


Classification des signaux



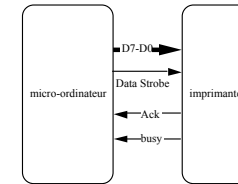
Sortie d'une information binaire

- Utilisation d'une interface parallèle

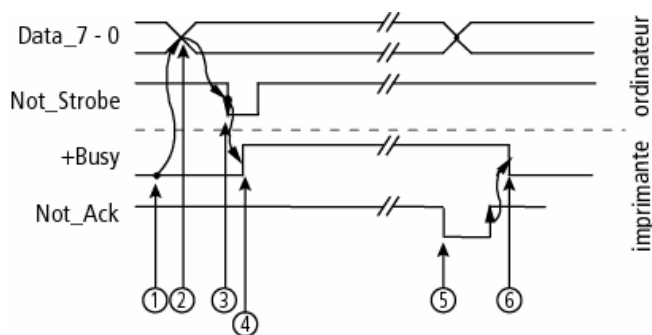


Interfaçage avec une imprimante

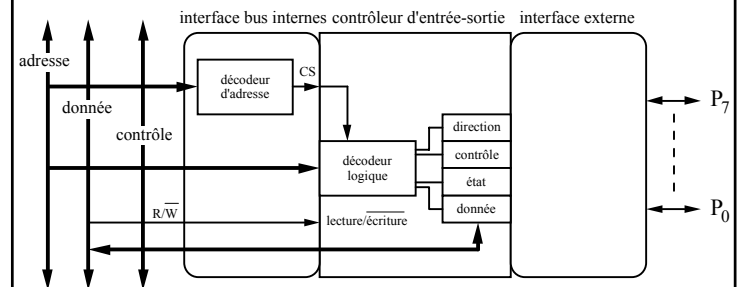
- Interface parallèle, série ou réseau
- Exemple avec une interface parallèle Centronics®
 - » unidirectionnelle avec retour de quelques signaux



L'interface parallèle Centronics® Le protocole

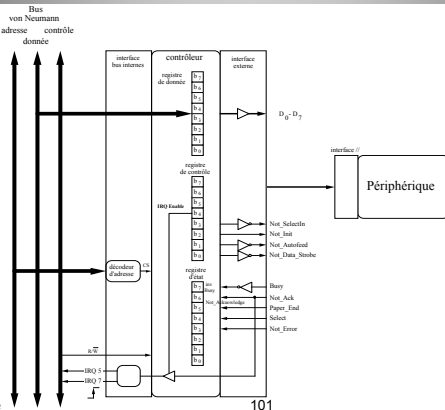


L'interface parallèle (2)



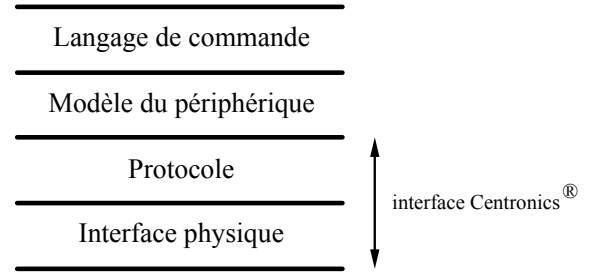
L'interface parallèle Centronics®

Les registres de contrôle



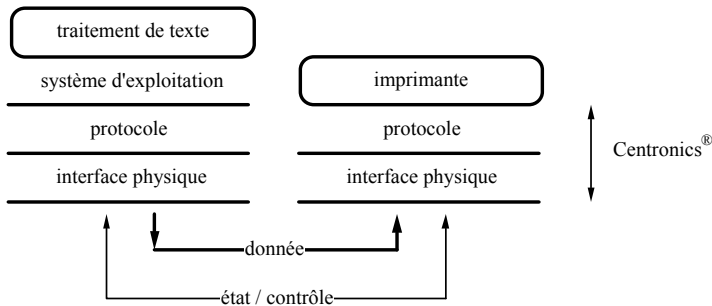
L'interface parallèle Centronics®

en couches



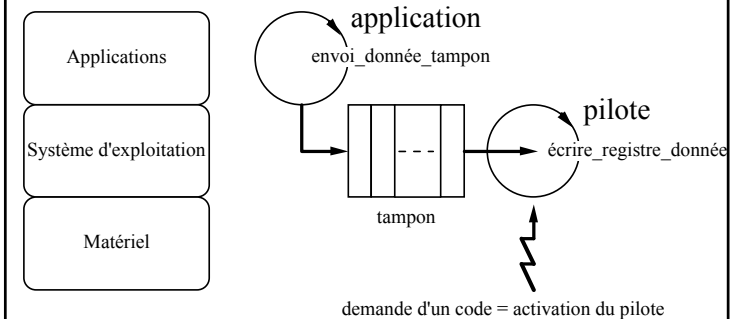
Liaison Centronics® en couches

avec une imprimante



Relation

avec le système d'exploitation (4)

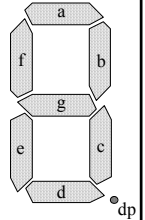


Conclusion L'interface IEEE 1284

- Plusieurs protocoles
 - » SPP (compatible Centronics) : 500 Ko/s avec DMA
 - » EPP
 - » ECP : 2 Mo/s sur câble long. \approx 450 cm
- Connexion à un périphérique
 - » imprimante (sortie), numériseur ou "scanner" (entrée), lecteur de CD-ROM et HDD (entrée et sortie)
- communication entre deux ordinateurs

Techniques de visualisation d'une image (1)

- Première approche
 - » dessin directe par formes prédéfinies
 - ex : imprimerie de Gutenberg!
- Deuxième approche
 - » décomposition en formes élémentaires
 - ex : l'afficheur sept segments
- Troisième approche
 - » utilisation des imperfections de l'oeil

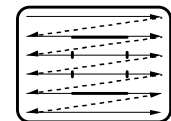
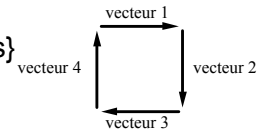


Oeil humain

- Pouvoir séparateur
 - » angle min. pour distinguer deux points
- Persistance rétinienne : 20 ms
- Bande passante : de 380 nm à 770 nm
- Capable de discerner jusqu'à 10 000 couleurs simultanément
- mais peut percevoir 2^{24} (= 16777216) couleurs
- Sensibilité maximale dans le vert

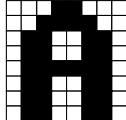
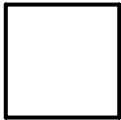
Techniques de visualisation d'une image (2)

- Approche vectorielle
 - » une image = {vecteurs}
- Approche à balayage (raster scanning)
 - » une image = {segments}



Techniques de visualisation d'une image (3)

- Deux approches de tracé
 - » point par point
 - » continu
- Exemples :



Les imprimantes

- Rôle : imprimer !
 - » sur papier
 - classique
 - pré-imprimé (formaté)
 - » ou autres supports
 - emballages
 - produits frais
- ⇒ surfaces plane, courbe ou quelconques
- mais pas uniquement : numériseur

Technologies (1)

- A impact
 - » marguerite (daisy-wheel)/boule
 - » impression ligne
 - » aiguilles (dot-matrix)
- Sans impact
 - » procédé d'impression électro-statique
 - » procédé laser

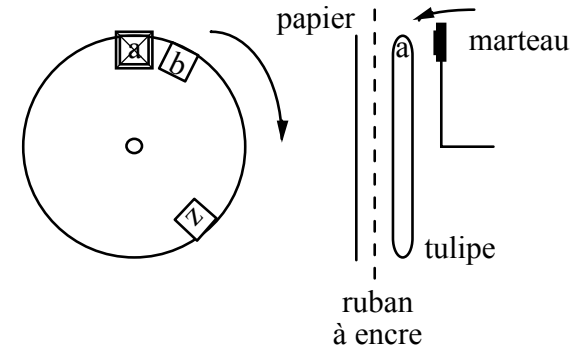
Technologies (2)

- Sans impact (suite)
 - » procédé d'impression par jet d'encre (ink-jet)
 - à la demande (drop-on-demand)
 - thermique
 - piézo-électrique
 - continu
 - » procédé encre solide
 - » procédé thermique

Technologies à impact (1)

- Utilisation d'un ruban à encre
- Impression texte uniquement
 - » sauf technologie à aiguilles
- Impression bruyante et lente
- Vitesse d'impression
 - » 10-75 cps (marguerite)
 - » ≤ 500 cps (aiguilles)
 - » ≤ 3000 lpm (imprimante ligne)

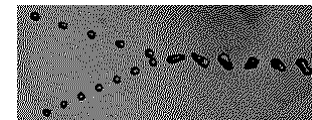
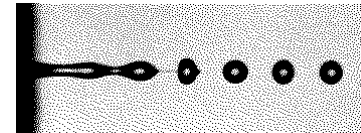
Technologies à impact Principe de fonctionnement



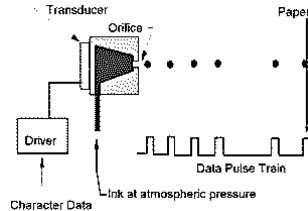
Technologies à impact (2)

- Polices de caractères limitées!
- Technologie en voie de disparition
 - » sauf pour les applications commerciales et techniques
 - besoin d'une copie carbone
 - listing informatique
 - compte-rendu technique (ex : alarme)

Quelques bulles d'encre!

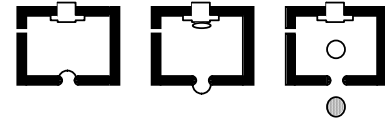


Principe de fonctionnement



Jet d'encre à la demande thermique

- Bon marché, encre à l'eau
- Une résistance électrique vaporise par chaleur et l'éjecte sur le papier
- Taux d'éjection $\leq 10\ 000$ bulles/s

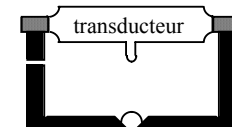


Jet d'encre continu

- Pompe puis chambre de vaporisation
- L'encre est chargée électriquement par vibration ou autres méthodes
- Utilisation de plaques de déviation pour diriger le jet
- Circulation permanente
- Qualité quasi-photographique
- Fréquence d'éjection ≤ 1 Mhz!

Jet d'encre à la demande piézo-électrique

- Utilisation du phénomène piézoélectrique
- Fréquence d'oscillation élevée



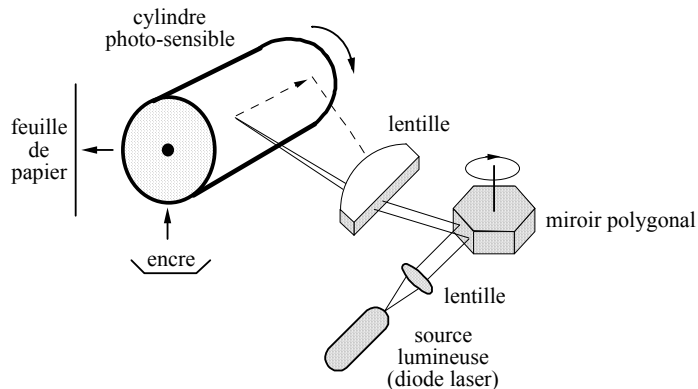
Caractéristiques communes jet d'encre

- $\varnothing = 25$ à $100 \mu\text{m}$
- Contenance 10 pl à 0,5 nl
- Impression coût élevé et de qualité courrier
- Grande fiabilité
 - » changement de la tête d'impression avec la cartouche

Technologie à laser Principe de base

- Formation de l'image sur un tambour photo-conducteur
- Dépôt du toner sur le tambour, puis sur le papier
- Fixation de l'encre sur le papier

Technologie à laser Principe de fonctionnement



Technologie à laser

- Impression d'un coût élevé et de qualité courrier
- Vitesse d'impression : 4-20 ppm
- Technologies d'impression similaires
 - » Diode électro-luminescente (Del)
 - » LCD

Imprimante thermique noir et blanc

- Chauffage local d'un papier spécial
- Utilisation d'aiguilles chauffantes
- Qualité brouillon et non permanente !
- Domaines d'utilisation :
 - » fax
 - » machine à calculer
 - » automates (ex : distributeur d'essence)

Impression couleur

- Méthode soustractive CMY(K)
- Obtention de dégradés
 - » grosseur des points
 - » renforcement du point
 - ajout de matières
 - modification de la couleur de l'encre par chauffage

Caractéristiques communes (1)

- Le format d'impression
 - » A4, A3, Ax
- La résolution
 - » ppp (point par pouce) ou dpi (dot per inch),
- La vitesse d'impression
 - » caractères par seconde (cps)
 - » lignes par minute (lpm), pages par minute (ppm)
 - » mètres par minute!

Caractéristiques communes (2)

- Le type d'impression
 - » texte/graphique/photographique
 - » monochrome/polychrome
- Le nombre de polices disponibles
- La qualité d'impression de texte
 - » qualité courrier ou proche du courrier (near letter quality)
 - » qualité brouillon (draft quality)

Caractéristiques communes (3)

- Le niveau sonore d'impression (dB)
- La fiabilité (en heure de fonctionnement) ou MTBF (Mean Time Between Failures)
- L'interface
- La compatibilité
- et le coût :
 - » des consommables (encre + support)
 - » de la maintenance

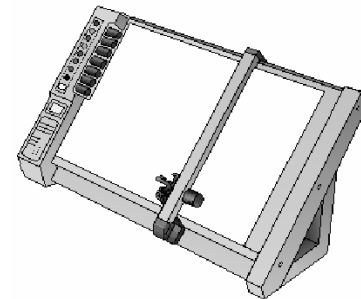
Table traçante (1)

- Plotter en anglais
- Périphérique orienté ligne ou vecteur
- Technologies
 - » électro-mécanique
 - » électrostatique
 - » laser
 - » jet d'encre
 - » transfert thermique

Table traçante (2)

- Domaines d'utilisation
 - » Dessin Assisté par Ordinateur (DAO)
 - architecture
 - » Conception Assistée par Ordinateur (CAO)
 - industries automobiles, électroniques, etc.

Une table traçante



Langages de contrôle

- Trois types

- » codes alphanumériques
- » langage de contrôle de périphérique (output device language)
- » langage de description de page (Page Description Language - PDL) et langage de description de document (Document Description Language - DDL)

complexité



Codes alphanumériques

- Codage

- » des lettres et chiffres
- » autres symboles

- Codes de contrôle du périphérique

- » retour chariot, saut à la ligne, etc.

Codes alphanumériques (2)

- American Standard Code for Information Interchange (ASCII)

| LSN/MSN | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---------|-----|-----|----|---|---|---|---|-----|
| 0 | NUL | DLE | SP | 0 | @ | P | ^ | p |
| 1 | SOH | DC1 | ! | 1 | A | Q | á | q |
| 2 | STX | DC2 | " | 2 | B | R | b | r |
| 3 | ETX | DC3 | # | 3 | C | S | c | s |
| 4 | EOT | DC4 | \$ | 4 | D | T | d | t |
| 5 | ENQ | NAK | % | 5 | E | U | e | u |
| 6 | ACK | SYN | & | 6 | F | V | f | v |
| 7 | BEL | ETB | ' | 7 | G | W | g | w |
| 8 | BS | CAN | (| 8 | H | X | h | x |
| 9 | HT | EM |) | 9 | I | Y | i | y |
| A | LF | SUB | * | : | J | Z | j | z |
| B | VT | ESC | + | : | K | [| k | { |
| C | FF | FS | , | < | L | \ | l | |
| D | CR | GS | - | = | M |] | m | } |
| E | SO | RS | . | > | N | ^ | n | ~ |
| F | SI | US | / | ? | O | _ | o | DEL |

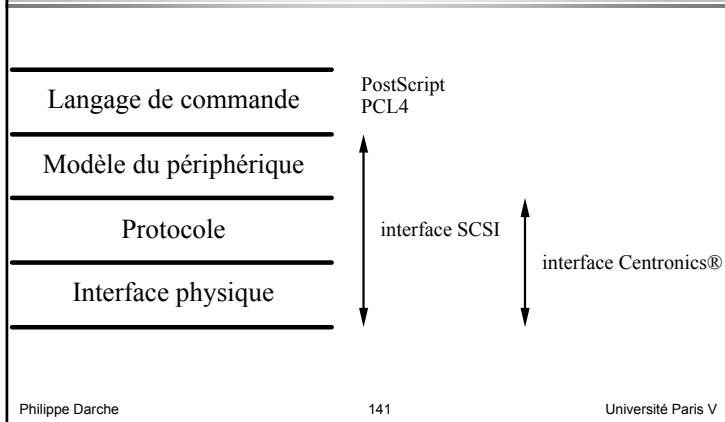
Codes alphanumériques (3)

- Extended Binary Coded Decimal Interchange Code (EBCDIC)

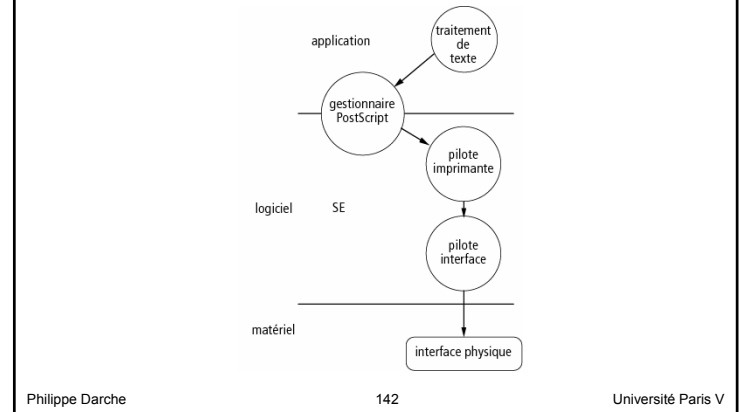
| LSN/MSN | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---------|-----|-----|-----|-----|----|----|---|-----|
| 0 | NUL | DLE | DS | | SP | & | - | / |
| 1 | SOH | DC1 | SOS | | | | | |
| 2 | STX | DC2 | FS | SYN | | | | |
| 3 | ETX | DC3 | | | | | | |
| 4 | PF | RES | BYP | PN | | | | |
| 5 | HF | NL | LF | RS | | | | |
| 6 | LC | BS | EOB | UC | | | | |
| 7 | DEL | IL | PRE | EOT | | | | |
| 8 | | CAN | | | | | | |
| 9 | | EM | | | | | | |
| A | SMM | CC | SM | | | ! | | : |
| B | VF | CU1 | CU2 | CU3 | | \$ | | # |
| C | FF | IFS | DC4 | < | * | % | | @ |
| D | CR | RS | ENQ | NAK | (|) | | + |
| E | SO | IRS | ACK | | | | | > |
| F | SI | IUS | BEL | SUB | | ~ | | ? * |

| LSN/MSN | 8 | 9 | A | B | C | D | E | F |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | | | | | | | | |
| 1 | a | i | | | A | J | | I |
| 2 | b | k | s | | B | K | S | 2 |
| 3 | c | l | t | | C | L | T | 3 |
| 4 | d | m | u | | D | M | U | 4 |
| 5 | e | n | v | | E | N | V | 5 |
| 6 | f | o | w | | F | O | W | 6 |
| 7 | g | p | x | | G | P | X | 7 |
| 8 | h | q | y | | H | Q | Y | 8 |
| 9 | i | r | z | | I | R | Z | 9 |
| A | | | | | | | | |
| B | | | | | | | | |
| C | | | | | | | | |
| D | | | | | | | | |
| E | | | | | | | | |
| F | | | | | | | | |

Interface en couches Niveau d'intervention



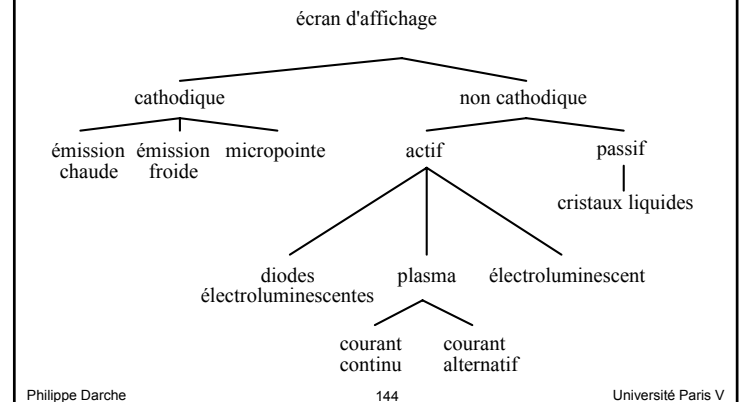
Hiérarchie de pilotes



Langages de description de document

- Description d'un document entier
- Interprétation du document en entier dans l'imprimante
 - » taille mémoire et puissance de calcul
- Exemple
 - » Interpress - Xerox

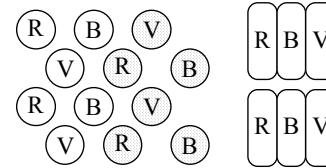
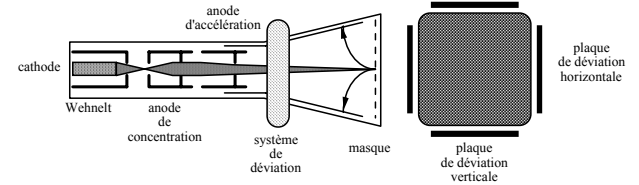
Technologie des périphériques de visualisation



Ecran cathodique

- Cathode Ray Tube (CRT)
- Principe d'affichage
 - » émission et concentration d'un faisceau d'électrons vers une couche de luminophores
 - Wehnelt = lentille à électrons!
 - » conversion de l'énergie de la collision en émission de lumière

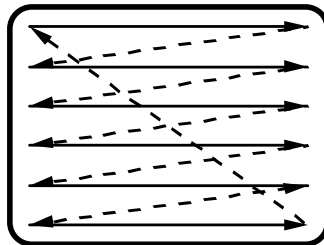
Vue technologique d'un tube cathodique



- Masque
 - "dot-shadow"
 - "aperture-grille"

Balayage d'un écran

- Non entrelacé
- Entrelacé
 - » lignes impaires
 - » puis lignes paires
- Rôle du cerveau!
- Durée ligne : 80%, suppression : 20%
- Suppression trame \approx teq : 20 lignes

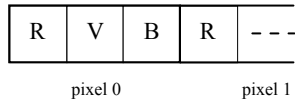


Mémoire écran graphique

- Correspondance entre un point élémentaire d'affichage (pixel) et un élément de mémorisation
 - » pixel noir et blanc : un bit
 - » pixel une couleur parmi 2^n : n bits
 - pour coder les trois couleurs primaires

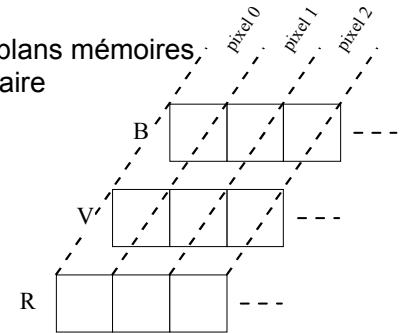
Organisation de la mémoire écran

- Mode linéaire
 - » rangement pixel par pixel
 - » risque de perte mémoire



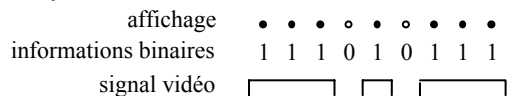
Organisation de la mémoire écran

- Mode plan
 - » séparation en trois plans mémoires, un par couleur primaire



Affichage à l'écran cathodique

- Balayage de la mémoire écran en même temps que l'écran
- Convention :
 - » 0 : extinction du canon à électrons
 - » 1 : allumage du canon à électrons
- Exemple N/B :

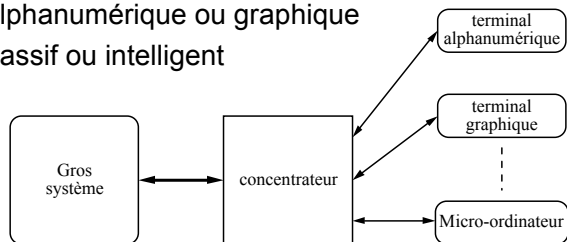


L'interface vidéo

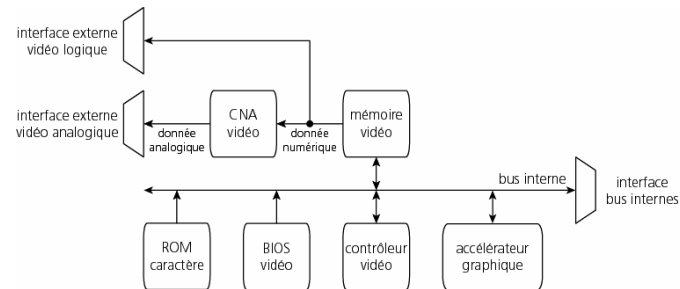
- Rôle : générer les signaux vidéo nécessaire au périphérique d'affichage
- Affichage de texte et/ou de graphisme
- De plus en plus intelligente
 - » fonctions 3D intégrées
 - » dialogue avec l'écran

Connexion à un gros système

- Utilisation de terminaux
 - » écran/clavier
 - » alphanumérique ou graphique
 - » passif ou intelligent



Synoptique d'une interface d'affichage



Ecran d'affichage alphanumérique

- Définition :
 - » du nombre de caractères par ligne
 - » du nombre de lignes par page
 - » de la capacité d'affichage en nombre de pages écran

Caractères et polices

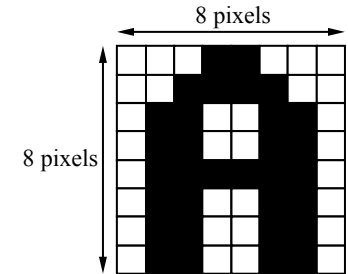
- Caractère défini par une matrice (box)
- Attributs
 - » clignotant
 - » surbrillance
 - » vidéo inverse
- Police = {caractères} dans un style
 - » résidente
 - » téléchargeable

Types de police

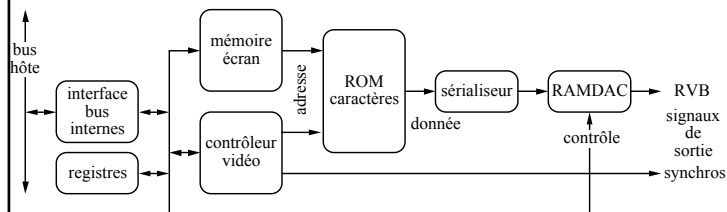
- **“Raster”** = bit map
 - ↳ simple, italique et souligné sans problème
 - ↳ impossible de changer d'échelle et de faire des rotations correctement
 - ⇒ ligne en escalier
- **Vectorisée**
 - » caractère généré par un ensemble de segments
- **TrueType**
 - » modèle mathématique, collection de tables (*.ttc)

Affichage de caractères

- Letter "A", code ASCII = 41h = 65₁₀
- Matrice 8 x 8



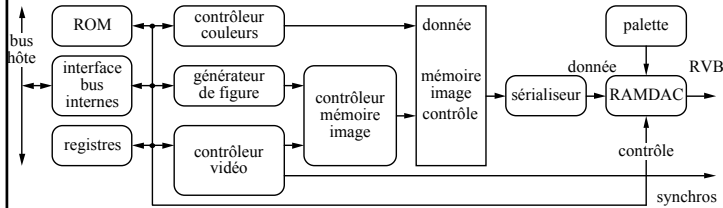
Structure détaillée d'un contrôleur vidéo alphanumérique



Ecran graphique

- **Mode APA (All-points-Addressable)**
- **Définition de sa résolution**
 - » visible : nb pixels horizontaux x verticaux
 - » virtuelle
- **Définition du nombre de pages graphiques**

Structure détaillée d'un contrôleur vidéo graphique



Critères de choix d'un écran d'affichage

- Selon l'application et le coût
- Exemples de critères :
 - » optiques
 - nombre de couleurs (monochrome ou couleur)
 - résolutions optiques horizontale x verticale (pixel)
 - distance entre points ou dot pitch (")
 - modes d'affichage, entrelacé ou non
 - luminosité, contraste et angle de vision
 - » consommation électrique et normes associées
 - » dimensions physiques

Attention!! Vraie et fausse diagonales

● Constat

| Diagonale | VIS |
|-----------|------------|
| 14" | 12,3 à 13" |
| 15" | 13,5 à 14" |
| 17" | 15,5 à 16" |

- VIS : Visible Image Screen de l'association américaine CSF (Computing Suppliers Federation)
- Définition par rapport à sa taille réelle

Conclusion

- Interfaçage et commande plus complexes que les périphériques d'entrée courants

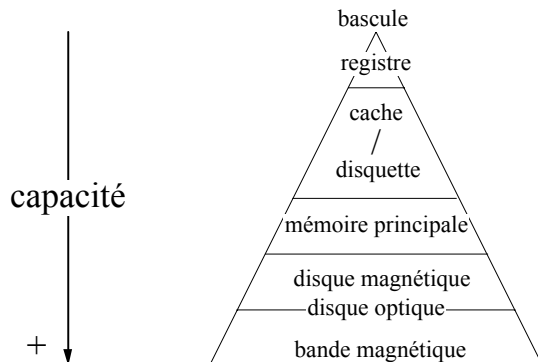
Périphériques de sortie (micro-informatique)

- Image ou texte :
 - » écran
 - » imprimante et traceur
- Son :
 - » haut-parleur

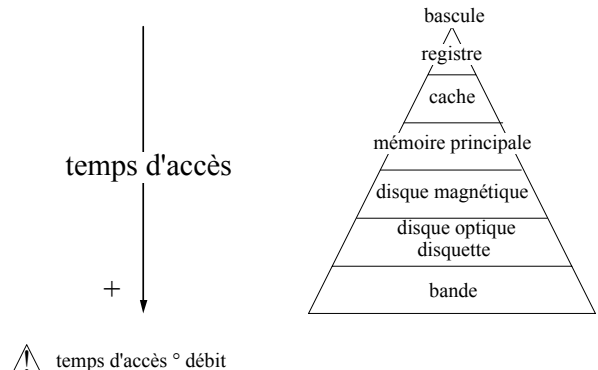
Un besoin de mémorisation des informations

- A cause de :
 - » la quantité d'informations
 - » la nécessité de permanence de l'information (sauvegarde)

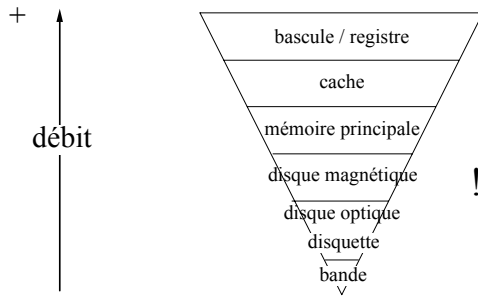
La hiérarchie des mémoires



La hiérarchie des mémoires



La hiérarchie des mémoires



temps d'accès ° débit

Mémoire de masse

- Mémoire secondaire pour sauvegarder de grosses quantités d'informations
 - » mémorisation temporaire (ex. : le swapping)
 - » mémorisation permanente
 - » sauvegarde
- Porte en général le nom du support sur lequel les données sont enregistrées
 - » lecteur de disquette (unité disque souple)
 - » disque dur, etc.

Mémoire de masse

- Principe de mémorisation basé sur l'électronique, le magnétisme et/ou l'optique
- Caractéristiques principales
 - » capacité d'enregistrement
 - » temps d'accès
 - » taux de transfert ou débit

Mémoire de masse

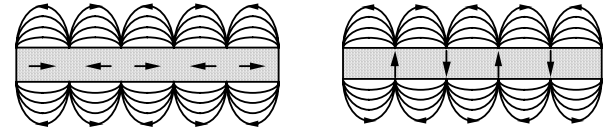
- Accès aléatoire ou séquentiel à l'information
- Support de mémorisation fixe ou amovible
- Exemples :
 - » le lecteur de disquette (floppy Drive)
 - » l'unité disque dur
 - » l'unité disque (magnéto-optique)
 - » l'unité à bande magnétique

Enregistrement magnétique Historique

- Date du début du XX^e siècle
- A l'origine, une bande d'acier
- 1928 : bande de papier recouverte d'une couche de fer carbonyle
- 1932 : I.G. Farben remplace le papier par une matière plastique
- 1939 : remplacement du fer carbonyle par son oxyde

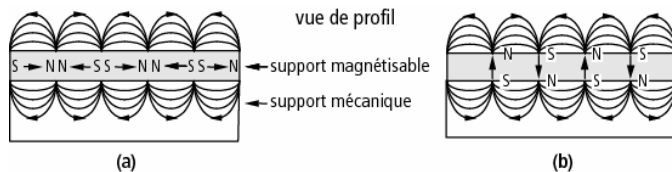
Unité mémoire de masse magnétique (2)

- Principe de mémorisation : variation d'orientation d'un champ magnétique
 - » horizontalement, verticalement, ou autres orientations

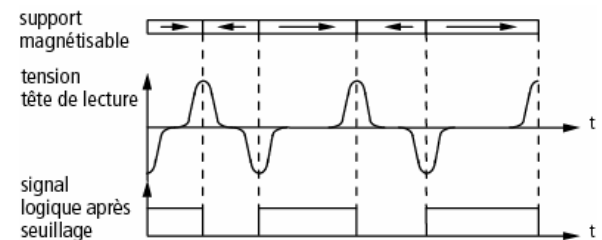


- Données = ensemble de transitions

Enregistrements horizontal (a) et vertical (b)



Signal de lecture



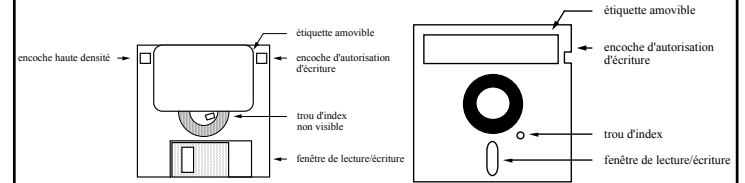
Support de stockage

- Support mécanique : aluminium, mylar, verre
- Support magnétisable
 - » oxyde de fer

| |
|----------------------|
| support magnétisable |
| support mécanique |
| support magnétisable |

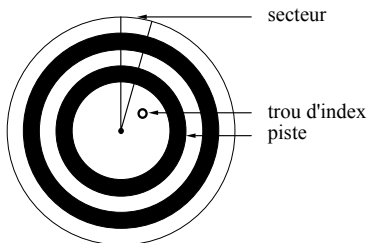
La disquette

- Facteur de forme
 - » (3"), 3"1/2, 5"1/4 (8"!)



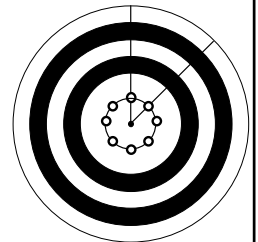
La disquette son organisation

- Une disquette = {pistes}
- Une piste = {secteurs}

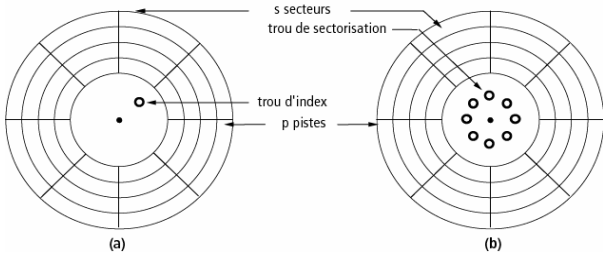


La disquette Sectorisations

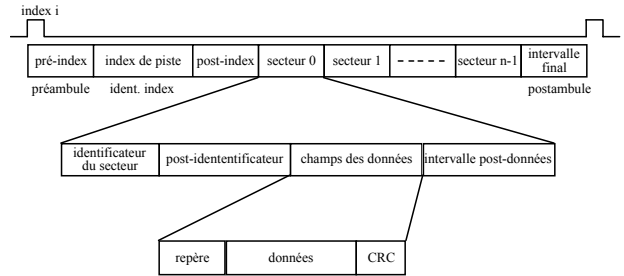
- Matérielle
 - » un trou d'index par secteur!
 - » technique abandonnée
- Logicielle
 - » un trou d'index pour le début de piste
 - secteur 0 de la piste
 - » technique actuelle



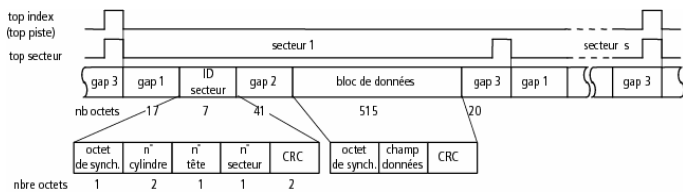
Sectorisations logicielle (a) et matérielle (b)



Formatage d'une piste



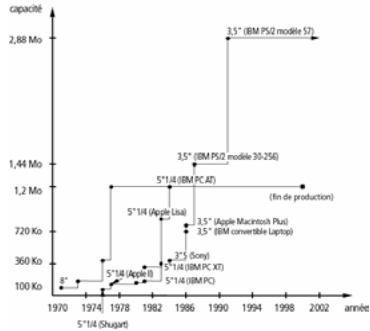
Structure d'un secteur



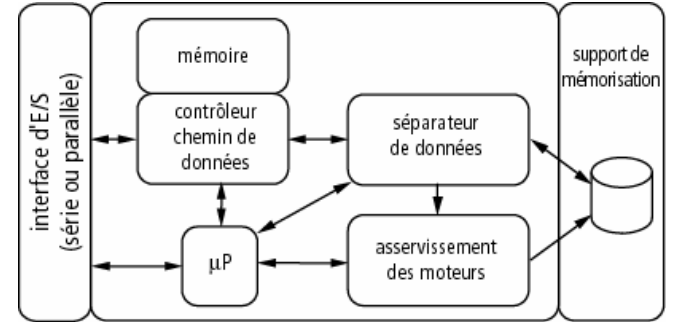
Formats commerciaux de disquettes

| Diamètre | Face(s) | Pistes/face | Secteur/piste | Capacité |
|----------|---------|-------------|---------------|----------|
| 5" 1/4 | 1 | 40 | 8 | 160 Ko |
| 5" 1/4 | 1 | 40 | 9 | 180 Ko |
| 5" 1/4 | 2 | 40 | 8 | 320 Ko |
| 5" 1/4 | 2 | 40 | 9 | 340 Ko |
| 5" 1/4 | 2 | 80 | 15 | 1,2 Mo |
| 3" 1/2 | 2 | 80 | 9 | 720 Ko |
| 3" 1/2 | 2 | 80 | 18 | 1,44 Mo |

Génération des disquettes



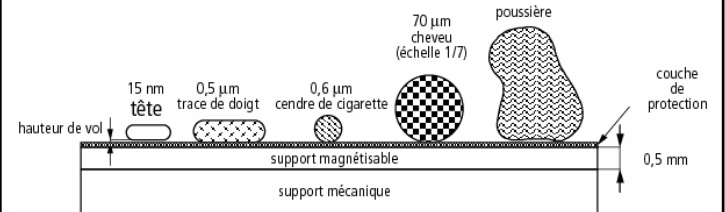
Structure d'une unité à disque dur



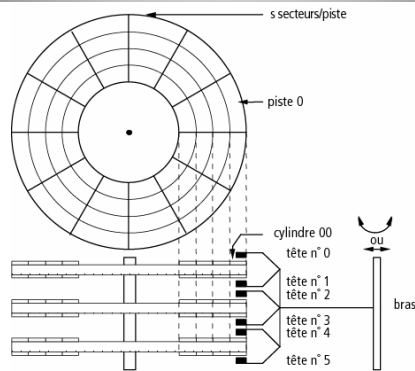
La tête

- Technologies
 - » métallique (les premières), céramique, film mince et maintenant magnéto-résistive
- Reposante ou flottante

Quelques ordres de grandeur



Disque dur Secteurs, pistes et cylindres



Disque dur Caractéristiques

- Formats usuels : le facteur de forme
 - » 2", 2,5", 3"1/2, 5"1/4 ou 8"
- Nombre de plateaux
- Une tête / unité - une tête par face, une tête par piste
- Tête flottante ou frottante
- Vitesse de rotation (tr/mn)
- Densité radiale (tpi) et longitudinale

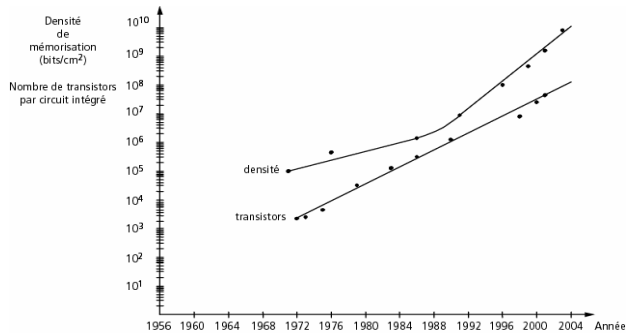
Disque dur Caractéristiques (2)

- Taux de transfert ou débit (Mo/s)
- Temps d'accès
- Fiabilité
 - » MTBF (Mean Time Between Failure) en heures

Disque dur Caractéristiques (3)

- Le codage
 - » FM : Frequency Modulation
 - » MFM : Modified Frequency Modulation
 - » M²FM : Modified² Frequency Modulation
 - » RLL : Run Length Limited
- Interface externe
 - » ST506 - ST412 (ancêtre)
 - » (E)IDE (ou ATA) et variantes, PCMCIA
 - » SCSI et variantes

Evolution des capacités des unités à disque magnétique



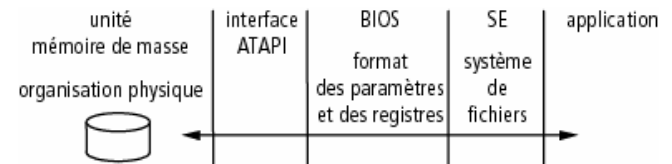
Disques commerciaux (Conner 1997)

| Caractéristiques | DS420A | DS540A | DS850A | DS1275A |
|----------------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
| Interface | Enhanced IDE | Enhanced IDE | Enhanced IDE | Enhanced IDE |
| Format | 5"1/4 | 5"1/4 | 5"1/4 | 5"1/4 |
| Capacité formatée | 425 Mo | 540 Mo | 850 Mo | 1275 Mo |
| Seek time | | | | |
| Track to track | 3 ms | 3 ms | 3 ms | 3 ms |
| Average (read/write) | 14 ms | 14 ms | 14 ms | 14 ms |
| Maximum | 28 ms | 28 ms | 26 ms | 26 ms |
| Latence moyenne | 8,3 ms | 8,3 ms | 8,3 ms | 8,3 ms |
| Vitesse de rotation (± 1%) | 3600 tr/mn | 3600 tr/mn | 3600 tr/mn | 3600 tr/mn |
| Overhead contrôleur | < 1 ms | < 1 ms | < 1 ms | < 1 ms |
| Taux de transfert données | \$ 16,6 Mo/s | \$ 16,6 MBo/s | \$ 16,6 Mo/s | \$ 16,6 Mo/s |
| Taille du buffer | 64 Ko | | 64 Ko | 64 Ko |
| Nombre de fichiers | 5700 | 5700 | 5700 | 5700 |
| MTBF | \$ 300 000 h | \$ 300 000 h | \$ 300 000 h | \$ 300 000 h |
| Garantie | 3 ans | 3 ans | 3 ans | 3 ans |

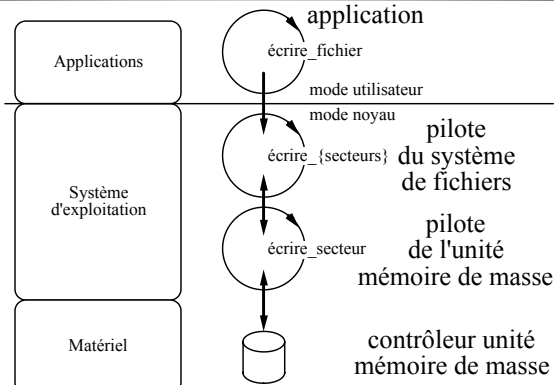
Disques commerciaux (Maxtor 2004)

| Caractéristiques | 6Y160L0 | Atlas 15K |
|------------------------------------|-------------|----------------|
| Interface | ATA/133 | Ultra 320 SCSI |
| Format | 3,5" | 3,5" |
| Capacité formatée (Go) | 160 | 73,4 |
| Seek time (ms) | | |
| track to track | non précisé | 0,3/0,5 (R/W) |
| average (read/write) | 9 | 3,4/3,8 (R/W) |
| maximum | | 8/9 (R/W) |
| Latence moyenne (ms) | 4,17 | 2 |
| Vitesse de rotation (± 1%) | 7 200 tr/mn | 15 000 tr/mn |
| Taux de transfert interface (Mo/s) | 133 | 75 |
| Taille du buffer (Mo) | 2 | 8 |
| MTBF (h) | 500 000 | 1 200 000 |
| Garantie | 1 an | 5 ans |

Couches de gestion



Relation avec le système d'exploitation (5)



Unité mémoire de masse à disque optique

- DON : Disque Optique Numérique
- Deux approches
 - » optique
 - » magnéto-optique
- Domaines d'utilisation
 - » archivage
 - » sauvegarde

Caractéristiques d'un disque optique (1)

- Du support de mémorisation
 - » types
 - à lecture seule
 - réinscriptible
 - » nb octets/secteur : 1024 - 512
 - » nb secteurs/piste : 17 - 31
 - » nombre de pistes
 - » capacité formatée
 - » error correction length : 80 bytes

Caractéristiques d'un disque optique (2)

- De l'unité
 - » capacité du tampon
 - » interfaces
 - SCSI
 - IDE (ATA) et variantes (ultra ATA)
 - PCMCIA

Caractéristiques d'un disque optique (3)

- Temporelles
 - » taux de transfert ou débit
 - » taux de transfert en rafale synchrone - asynchrone
 - » latence moyenne
 - » seek time (average)
 - » bit error rate : 10^{-xx}

Caractéristiques d'un disque optique (4)

- Mécaniques
 - » format du disque
 - » mode de rotation
 - » vitesse de rotation
 - » nombre de charge/décharge
 - » dimension
 - » masse
 - » facteur de forme

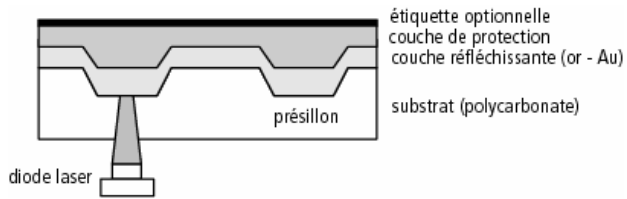
Modèles de disques optiques (1)

- CD audio, CD vidéo
- WORM : Write Once Read Many
- CD-ROM : Compact Disc-ROM
 - » CD-R : CD recordable
 - » CD-RW : CD Rewritable
 - » CD-E (CD Erasable)
- DVD : Digital VideoDisc
CD vidéo numérique

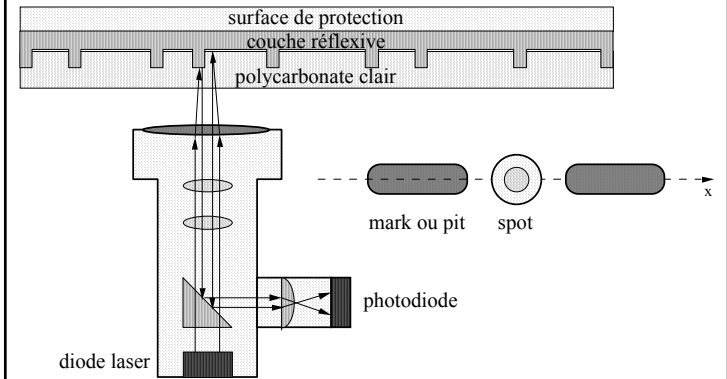
Modèles de disques optiques (2)

- CD-I : CD Interactive (green book)
 - » GE/RCA (1986)
- CD-ROM XA : Extended Architecture
 - » Philips, Sony et Microsoft (1988)
- CD-Plus
- Enhanced-CD
- Photo CD
 - » Kodak

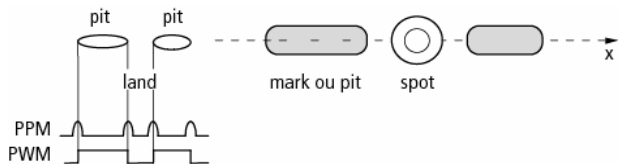
Structure d'un CD-R (technique par fusion)



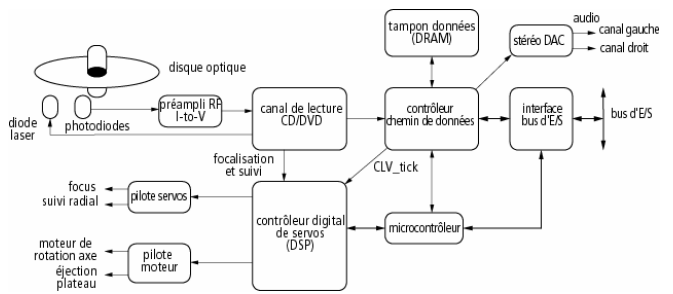
Système de lecture



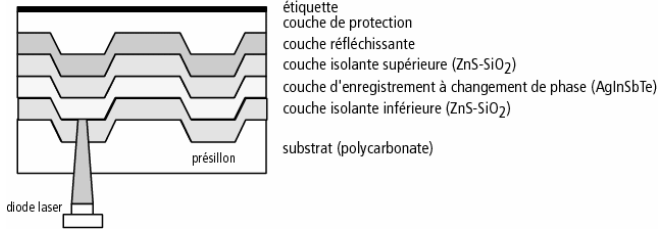
Signal d'un CD-ROM



Structure d'une unité à disque optique



Structure d'un CD-RW



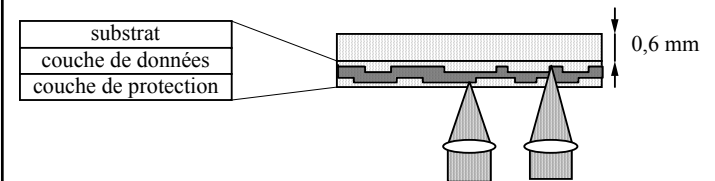
DVD ROM (1997)

- Format : 12 cm (4,7") et 8 cm
- Epaisseur : 1,2 mm
- Substrat en polycarbonate
- Track pitch : 0,74 μm
- Longueur pit : 0,4 μm
- Capacité totale : 4,7 à 17 Go
- Longueur d'onde : 635-650 nm \leftrightarrow rouge

DVD ROM (2) Tableau comparatif

| Désignation | Caractéristiques | | Capacité (Go) | |
|-------------|------------------|-----------|---------------|--------------|
| | NB face | NB couche | Format 120 mm | Format 80 mm |
| DVD-ROM | 1 | 1 | 4,7 | 1,4 |
| DVD-ROM | 1 | 2 | 8,5 | 2,6 |
| DVD-ROM | 2 | 1 | 9,4 | 2,9 |
| DVD-ROM | 2 | 2 | 17 | 5,3 |
| DVD-R | 1 | 1 | 3,9 | 1,2 |
| DVD-R | 2 | 1 | 7,8 | 2,4 |
| DVD RAM | 1 | 1 | 2,6 | 0,7 |
| DVD RAM | 2 | 1 | 5,2 | 1,5 |

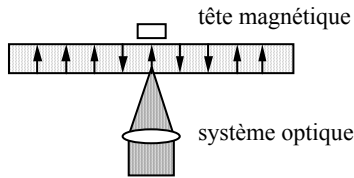
DVD ROM (3) Lecture de deux couches



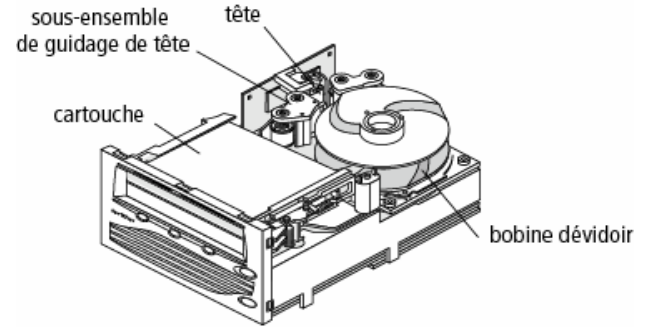
Technologie magnéto-optique

Lecture/écriture

- Chauffage du substrat par laser
- Ecriture par tête magnétique

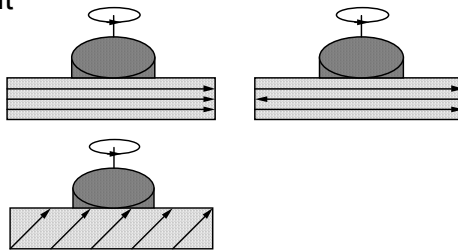


Unité de mémoire de masse à bande magnétique



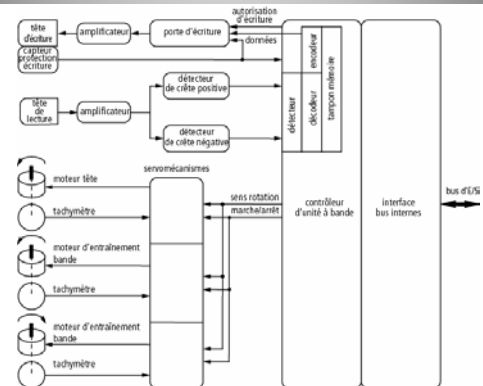
Lecteur de bande

- Capacité de stockage > To
- Enregistrement
 - » linéaire

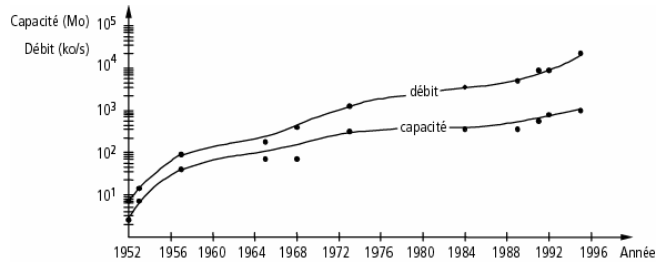


» hélicoïdal

Synoptique d'une interface d'unité à bande magnétique



Evolution des capacités des unités à bande magnétique



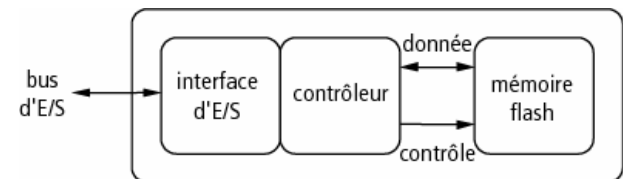
Unité de mémoire de masse à semiconducteur (1)

- Utilisation de mémoires non volatiles (technologie Flash)
- Standards
 - » Flash memory
 - PCMCIA-ATA Flash memory et PC Flash memory

Unité de mémoire de masse à semiconducteur (2)

- » Minicard
 - promu par Intel et d'autres fabricants (AMD, Fujitsu et Sharp)
 - RAM, ROM et Flash de 1 à 64 Mo
 - 38 X 33 X 3,5 mm
 - 5V ou 3,3 V
- » SSFDC (Solid State Floppy Disk Card)
 - promu par Toshiba
 - 45 X 37 X 0,76 mm, 5V

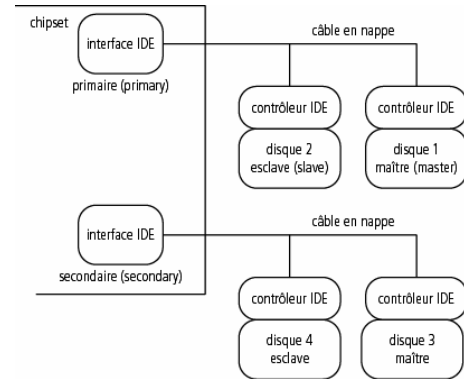
Structure d'une unité à mémoire à semi-conducteur



Interfaces pour mémoire de masse

- Parallèles
 - » ST506 - ST412 (les premières du PC)
 - » ATAPI IDE (Parallel ATA)
 - » SCSI
 - » PCCard et DeviceBay
- Séries haut débit
 - » USB
 - » IEEE1394 (firewire)
 - » Serial ATA

Interface IDE pour un PC



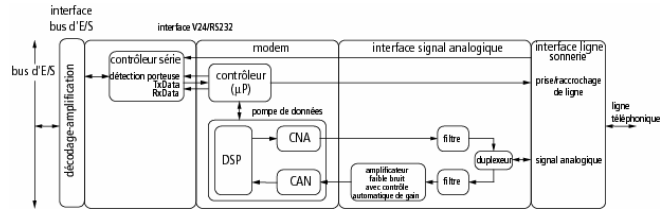
Un besoin de communication

- Pour échanger des informations
- Interfaces possibles
 - » parallèle, série ou réseau
 - » modem filaire ou radio-fréquence

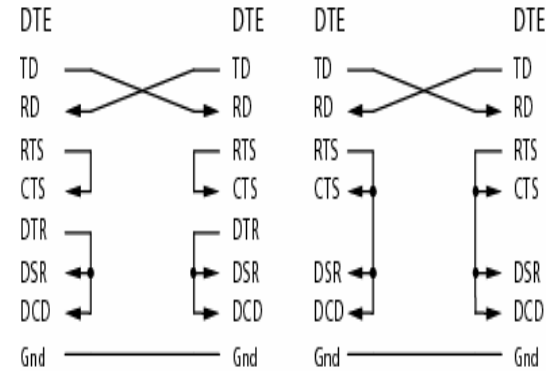
Le modem

- Modulateur-démodulateur
- Langage de commande généralisé
 - » Hayes : AT <commande>
 - » exemple
 - prise de ligne : ATAx
- Type
 - » matériel
 - » logiciel

L'interface modem



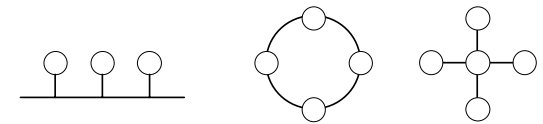
Connexion 'null modem'



La mise en réseau

- Besoin de communiquer avec un utilisateur
 - » ex : courrier électronique
- Besoin de partager des informations, des applications, des périphériques
 - » ex. 1 : Sécurité Sociale: base de données
 - » ex. 2 : une banque: gestion des comptes bancaires
- Besoin de puissance de calcul
 - » exécution déportée et systèmes répartis

Quelques topologies de réseaux (rappel)



bus

anneau ou tore

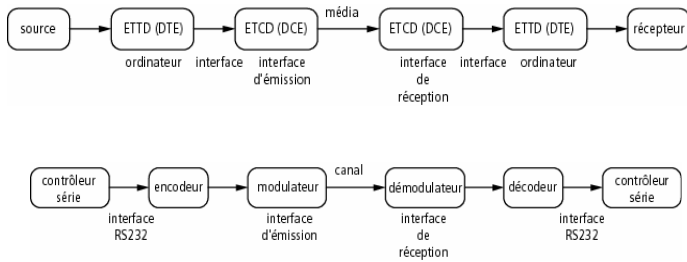
étoile

Réalisations commerciales

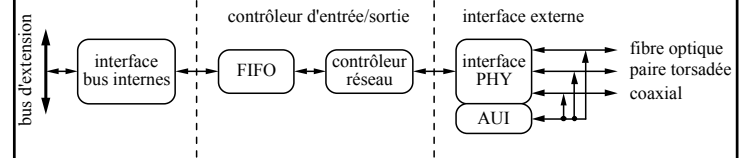
Ethernet

Token Ring

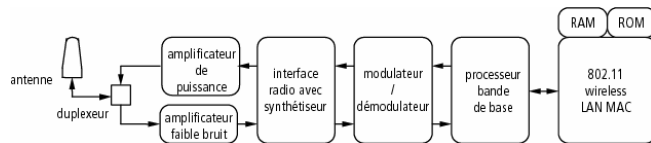
Connexion réseau



L'interface Ethernet



L'interface réseau sans fil



Périphériques d'entrée-sortie (micro-informatique)

- Unités de mémoires de masse
- Communication :
 - » modem
 - » réseau
- Photocopieuse (!) ⇔ imprimante multifonctions

Résumé : Interfaces d'entrée-sortie

Classification

- Types :
 - » entrée
 - » sortie
 - » entrée/sortie
- Normalisée ou norme de facto
- Mode parallèle ou série
- Spécialisée ou générique

Interfaces

- Définition du protocole (matériel et/ou logiciel)
- Adaptations
 - » électriques (tension-courant)
 - » temporelles
- Définition de la connexion
 - » câble(s) - connecteur(s)
 - » affectation des signaux

Exemples de débit d'interface

- Audio: 1 Mo/s
- Vidéo : 2 à 9 Mo/s
- Graphique : 30 à 40 Mo/s
- Réseau
 - » FDDI : 15 Mo/s
 - » Ethernet : 1,25 Mo/s (10 Mb/s) ↔ 1 Gb/s
- SCSI : 320 Mo/s